PC Games SONDERHEFT

Hardware

180 Produkte ausführlich getestet

Das große Testjahrbuch 2018

Die beste PC-Hardware

Plus
Einkaufsführer mit über 330 Produkten!

Kaufberatung & Bestenlisten:

Grafikkarten | Prozessoren | Solid State Drives (SSDs)
Kühler | Mainboards | Speicher | Headsets | Netzteile
Tastaturen und Mäuse | Monitore | Gehäuse

€ 6,99
Ausgabe 01/2018
Österreich € 8,00 | Schweiz sfr 13,- |
Holland/Belgien/Luxemburg € 8,30

4 195756 806993 01

ZOTAC GAMING

MEK1 GAMING PC

ERSCHAFFEN, UM DAS MAXIMUM AN SPIEL-PERFORMANCE ZU ERREICHEN, IST DER **ZOTAC MEK1 GAMING PC** EINE ÜBERWÄLTIGENDE PRÄSENZ UND BEFIEHLT DIR, DIE KONTROLLE ZU ÜBERNEHMEN, AUF JEDE AKTION HAARGENAU ZU REAGIEREN UND ÜBER DEIN LIMIT HINAUSZUWACHSEN.

STRENGTH
ZOTAC GeForce® GTX 1070 Ti 8GB GDDR5
ZOTAC GeForce® GTX 1060 6GB GDDR5

AGILITY
7th Gen Intel® Core™ i7-7700
7th Gen Intel® Core™ i5-7400

DEXTERITY
16GB DDR4 2400MHz Speicher

ENERGY
450W Netzteil

DEFENSE
Kompakt
42cm x 12cm x 42cm (LxBxH)

ENHANCEMENT
SPECTRA Beleuchtung
Doppelte Kühlungslüfter

SKILL
802.11ac Wi-Fi
Bluetooth 4.2
10/100/1000 LAN
4K / GAMING / VR READY

HEALTH
1TB 2.5" SATA HDD
240GB M.2 NVMe SSD

EQUIP
Windows 10 Home 64-bit vorinstalliert
6 x USB 3.0, 2 x USB 2.0
3 x DisplayPort 1.4, 1 x HDMI 2.0b, 1 x DL-DVI
Onboard 7.1 Channel Digital Audio

LIVE TO GAME_

ALTERNATE bequem online · notebook.de · cyberport · computeruniverse Beste Auswahl. Bester Service. · Mindfactory.de Aktiengesellschaft · notebooksbilliger.de

/ZOTAC · /ZOTAC · /ZOTAC · /ZOTACOFFICIAL · /ZOTAC_OFFICIAL

©2018 ZOTAC International (MCO) Ltd. All rights reserved. All company and/or product names may be trade names, trademarks and/or registered trademarks of the respective owners with which they are associated. ZOTAC International (MCO) Limited does not warrant the accuracy, completeness or reliability of information, materials and other items contained on this website or server. No liability is assumed with respect to the use of the information contained herein.

ZOTAC.COM

Editorial

Kaufberatung und Bestenlisten 2018: In diesem Sonderheft erfahren Sie alles, was Sie zum PC-Komponentenkauf wissen müssen.

Sie kennen das bestimmt: Der alte Computer pfeift aus dem letzten Loch, aber Sie hatten immer noch keine Zeit, das allwissende Orakel namens Internet zu befragen. Dort steht theoretisch alles – praktisch muss man jedoch unzählige Stunden seines Lebens opfern und sich mit Anhängern verschiedener Lager, den sogenannten „Fanboys", herumschlagen, um die Fakten aus der Informationsflut zu filtern. Ein Blindkauf kommt ebenfalls nicht infrage, schließlich geht es bei PC-Hardware schnell um mehrere Hundert Euro, die man nicht leichtfertig investieren will.

Doch dafür haben Sie ja uns! Das vor Ihnen liegende Sonderheft „Die beste Hardware" ist das Aggregat Tausender gewissenhaft durchgeführter PCGH-Messungen. Auf 84 Seiten finden Sie Bestenlisten, Kaufberatung und Produktempfehlungen zu allen wichtigen Hardware-Kategorien, um eine fundierte Entscheidung zu treffen. Aufgrund der Flut an über das Jahr getesteten Geräten können wir jedoch nicht jedes einzelne abdrucken. Sie erhalten daher kein ungefiltertes Best-of, sondern eine Übersicht jener Hardware, die sich in unseren Analysen besonders hervorgetan hat und, ganz wichtig, lieferbar ist.

Erstmals auf Hochglanzpapier – der Qualität zuliebe

Sicher haben Sie es schon bemerkt: Dieses PCGH-Sonderheft ist etwas teurer als seine Vorgänger. Das liegt nicht etwa an unserem Wunsch nach Reichtum, sondern daran, dass wir Ihnen etwas Besonderes bieten möchten. Wer alle Jubeljahre ein dickes Bündel Scheine in die Hand nimmt, um sich den perfekten PC zusammenzustellen, der möchte die Produkte vorher kennenlernen. 2018 wollen wir diesem Wunsch noch besser nachkommen, denn hochwertigeres Papier erlaubt bessere Lesbarkeit, detailliertere Bilder und in unserem Fall auch eine größere Fläche – wir drucken wieder auf echtem DIN A4. Was halten Sie von dieser Entscheidung? Schreiben Sie mir eine E-Mail an rv@pcgh.de mit dem Betreff „Sonderheft".

Das PCGH-Team wünscht viel Spaß beim Shoppen, Schrauben & Spielen!

Raffael Vötter
Leitender Redakteur
PC Games Hardware

Das IT-Magazin für Gamer!

PC Games Hardware: Immer aktuell mit Kaufberatung, Hintergrundartikeln und Praxistipps

Erhältlich an jedem Kiosk oder Heft bequem online bestellen unter: www.pcgh.de/shop

PC Games Hardware – Das Hardware-Magazin für PC-Spieler

CMG Computec Media Group

Ein Unternehmen der Marquard Media Group AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag	Computec Media GmbH Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth Telefon: 0911/2872-100 Telefax: 0911/2872-200 leserpost@pcgameshardware.de www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de
Geschäftsführer	Hans Ippisch (Vorsitzender), Rainer Rosenbusch
Chefredakteur (V.i.S.d.P.)	Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift
Leitende Redakteure	Raffael Vötter (Print, rv), Andreas Link (Online, al)
Redaktion	Alexandros Bikoulis (ab), Manuel Christa (mc), Philipp Reuther (pr), Carsten Spille (cs), Frank Stöwer (fs), Torsten Vogel (tv), Stephan Wilke (sw), Mark Mantel (mm)
Head of E-Commerce	Daniel Waadt (dw)
Lektorat	Claudia Brose (Ltg.), Birgit Bauer, Stephanie Kamm
Layout	Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Layoutkoordination	Albert Kraus
Titelgestaltung	Frank Pfründer
Fotografie Heft	tb, ab, al, mc, mm, pr, cs, fs, tv, rv, dw, sw, fp, hs
Bildnachweis	Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware
DVD-Produktion	Thomas Dziewiszek
Vertrieb, Abonnement	Werner Spachmüller (Ltg.)
Marketing	Jeanette Haag
Produktion	Martin Closmann (Ltg.), Uwe Hönig

www.pcgameshardware.de

Head of Online	Christian Müller
Chefredakteur Online	Thilo Bayer
Redaktion	Andreas Link (Ltg.), Mark Mantel, Manuel Christa, Alexandros Bikoulis, Philipp Reuther, Carsten Spille, Frank Stöwer, Torsten Vogel, Raffael Vötter, Stephan Wilke
Entwicklung	Markus Wollny (Ltg.), Ruben Engelmann, René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert, Christian Zamora, David Turkadze
Webdesign	Tony von Biedenfeld, Daniel Popa
SEO/Produktmanagement	Stefan Wölfel

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Verantwortlich für den Anzeigenteil
Annett Heinze, Adresse siehe Verlagsanschrift

Anzeigenberatung Print

Judith Gratias-Klamt:	Tel.: +49 911 2872-252; judith.gratias-klamt@computec.de
Alto Mair:	Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de
Bernhard Nusser:	Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Head of Digital Sales

Jens-Ole Quiel:	Tel.: +49 911 2872-253; jens-ole.quiel@computec.de
Anzeigenberatung Online	Weischer Online GmbH, Elbberg 7, 22767 Hamburg Tel.: +49 40 809058-2239, Fax: +49 40 809058-3239 www.weischeronline.de
Anzeigendisposition	anzeigen@computec.de
Datenübertragung	via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 31 (01/2018)

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistender Unternehmer.

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland
Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: +49-911-99399098, Fax: +49-1805-8618002
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 48,00 (€ 56,00 Österreich, € 60,00 Ausland), DVD € 62,- (€ 70,00 Österreich, € 74,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098 , Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH, Am Sandtorkai 74, 20457 Hamburg, Internet: www.dpv.de
Druck: LSC Communications Europe, ul. Obr. Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Behme, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

MARQUARD MEDIA

Deutschsprachige Titel:
PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC GAMES MMORE, PLAY 4, N-ZONE, GAMES AKTUELL, XBG GAMES, SFT, LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, EASY LINUX, RASPBERRY PI GEEK, WIDESCREEN, MAKING GAMES

Polen:
COSMOPOLITAN, HARPER'S BAZAAR, JOY, HOT MODA, SHAPE, ESQUIRE, PLAYBOY, CKM, JAMI

Ungarn:
JOY, ÉVA, INSTYLE, SHAPE, MEN'S HEALTH, RUNNER'S WORLD, PLAYBOY, APA

Prozessoren: Die beste Option für jeden Geldbeutel

Niemals zuvor gab es so viele Kerne und Leistung pro Euro wie jetzt. Egal ob Ihr Wunsch Richtung 4 oder 16 Kerne tendiert, das Budget groß oder klein ist, dieses Heft hilft Ihnen mit zahlreichen Benchmarks und Analysen, den besten Prozessor für Ihre Nutzungsgewohnheiten und Lieblingsspiele zu finden.

Grafikkarten: Pixel-Power

Ohne eine gute Grafikkarte läuft bei PC-Spielen nichts. Wir versammeln rund 40 Gaming-Modelle ab 200 Euro zur ultimativen Übersicht.

Peripherie: Bild, Ton und mehr

Was nützt der beste Rechner, wenn das Display klein und pixelig, der Ton blechern und die Maus klapprig ist? Wir präsentieren attraktive Peripherie für Spieler.

Heftinhalt

Service

Editorial & Impressum 03

Inhaltsverzeichnis 04

Bestenlisten aller Produkte 76

Produkttests und Kaufberatung

Prozessoren 06

Grafikkarten 14

Hauptplatinen 26

Arbeitsspeicher 34

Kühler 40

SSDs 46

Netzteile 50

Gehäuse 56

Monitore 64

Headsets 70

Mäuse & Tastaturen 72

Alpenföhn®

mehr Informationen

BROCKEN 3

MULTI-SOCKET CPU COOLER

DIE 3. GENERATION UNSERES ERFOLGSKÜHLERS

- > Asymmetrischer Tower-Kühler
- > Enorm leistungsfähiger Wing Boost 3 140-mm-Lüfter
- > Bis zu 220W TDP
- > RockMount-Montagesystem ermöglicht unkompliziertere Installation auf fast allen CPU-Sockeln

10/2017

TOP-PRODUKT

EKL

Alpenföhn Brocken 3

PC Games Hardware

DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

FAZIT PCGH

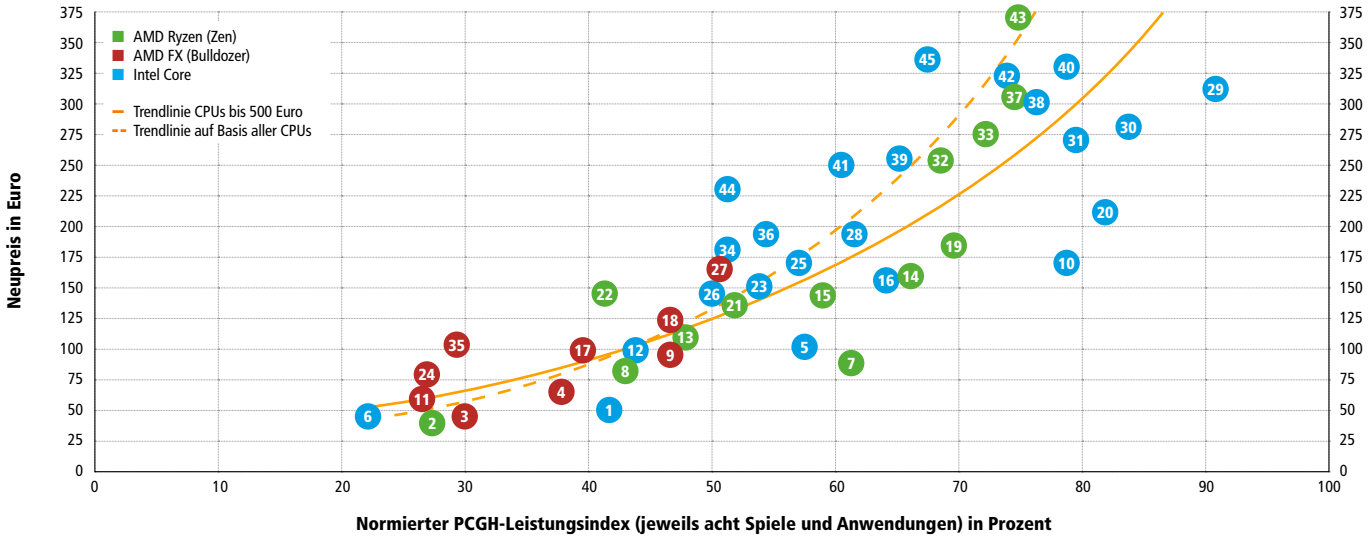
„Zusammengefasst lässt sich sagen, dass EKL einen sehr guten Kühler gebaut hat, laut PCGH-Wertungssystem sogar den besten überhaupt.“

www.alpenfoehn.de

Prozessoren von 2 bis 18 Kernen

Die Anschaffung eines Prozessors wird immer mehr eine mittel- bis langfristige Investition. Grund genug für PCGH, die Grundlagen bei CPUs zu beleuchten.

Preis-Leistungs-Verhältnis: AMD- und Intel-Prozessoren bis 375 Euro in der Übersicht



	Prozessor	Gesamt-Index Preis/Leist.	Spiele-Index Preis/Leist.	Leistungs-index
1	Intel Pentium G4560	100,0%	100,0%	41,7%
2	AMD Athlon X4 845	90,8%	80,2%	27,3%
3	AMD FX-4300	85,3%	77,6%	30,0%
4	AMD FX-6300	73,7%	64,9%	37,9%
5	Intel Core i3-8100	70,2%	64,7%	57,6%
6	Intel Pentium G4400	67,5%	55,1%	22,3%
7	AMD Ryzen 3-2200G	67,2%	61,6%	50,2%
8	AMD Ryzen 3-1200	63,1%	56,3%	42,6%
9	AMD FX-8350	63,0%	51,8%	46,5%
10	Intel Core i5-8400	58,6%	52,3%	78,7%
11	AMD A8-7600	57,3%	50,6%	26,8%
12	Intel Core i3-6100	55,9%	54,7%	43,8%
13	AMD Ryzen 3-1300X	54,6%	48,2%	47,5%
14	AMD Ryzen 5-1600	54,0%	42,1%	65,9%
15	AMD Ryzen 5-1500X	52,4%	44,5%	59,1%
16	Intel Core i3-8350K	51,6%	47,7%	64,5%
17	AMD FX-6350	50,9%	44,0%	39,9%
18	AMD FX-8370	50,0%	41,1%	46,9%
19	AMD Ryzen 5-1600X	49,8%	38,5%	69,6%
20	Intel Core i5-8600K	49,0%	43,0%	82,0%
21	AMD Ryzen 5-1400	48,9%	41,6%	51,8%
22	AMD Ryzen 5-2400G	49,0%	42,0%	57,1%
23	Intel Core i5-7400	44,1%	40,7%	53,6%
24	AMD A10-7800	44,0%	38,8%	27,1%
25	Intel Core i5-7500	42,1%	38,8%	57,2%
26	Intel Core i3-7350K	41,9%	41,1%	50,2%
27	AMD FX-9590	40,1%	32,7%	50,7%
28	Intel Core i5-7600K	39,0%	35,4%	61,5%
29	Intel Core i7-8700K	38,5%	31,3%	90,9%
30	Intel Core i7-7740X	37,3%	33,5%	83,8%
31	Intel Core i7-7700K	36,9%	32,8%	79,7%
32	AMD Ryzen 7-1700	36,5%	26,3%	68,4%
33	AMD Ryzen 7-1700X	36,3%	25,8%	72,1%
34	Intel Core i5-6500	35,5%	31,9%	51,2%
35	AMD A10-7870K	35,2%	31,3%	29,3%
36	Intel Core i5-6600K	34,9%	31,1%	54,3%
37	AMD Ryzen 7-1800X	34,0%	23,9%	75,3%
38	Intel Core i7-6800K	33,1%	27,1%	76,2%
39	Intel Xeon E3-1230 v5	32,4%	28,4%	65,2%
40	Intel Core i7-7800X	31,7%	24,6%	78,7%
41	Intel Core i5-5675C	29,6%	28,6%	60,6%
42	Intel Core i7-6700K	29,3%	26,0%	74,1%
43	AMD Ryzen TR-1900X	28,2%	19,1%	74,8%
44	Intel Core i5-4670K	27,9%	25,2%	51,3%
45	Intel Core i7-4790K	25,7%	22,1%	67,4%

Basis: PCGH-Leistungsindex in Relation zum (bei Redaktionsschluss) aktuellen Marktpreis. Im Diagramm: CPUs bis 375 Euro; Trendlinien: durchgezogene Linie = im Diagramm abgebildete Prozessoren, gestrichelt = alle getesteten Prozessoren.

CPU-Preise sind niedrig wie lange nicht, doch die aktuellen Portfolios von AMD und Intel beinhalten viele empfehlenswerte Modelle, sodass die Auswahl dennoch schwerfällt. In diesem Artikel geben wir nicht nur Empfehlungen, sondern erläutern zunächst Hintergründe, damit Sie den für Sie optimalen Prozessor ausfindig machen können.

Der Motor des Spiele-PCs

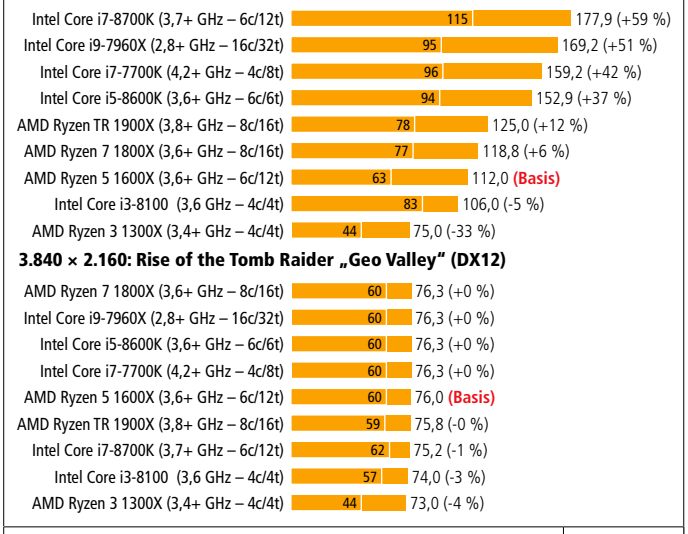
Auf der CPU laufen die grundlegenden Berechnungen, welche die 3D-Grafikkarte erst mit Daten versorgen. Ist der Prozessor zu langsam, kann die Grafikkarte daher noch so flott sein, Ihr PC wird nie aus dem Fps-Tal herauskommen. Sie können das positiv betrachten, da Sie die Auflösung und grafiklastige 3D-Optionen wie Ambient Occlusion oder Schatteneinstellung ohne merkliche Fps-Einbußen erhöhen können. Realistisch betrachtet wird jedoch Ihre teure Grafikkarte von einer zu langsamen CPU gebremst.

In besonders anspruchsvollen Szenen oder während des Nachladens von Leveldaten in einer offenen Spielwelt ist die Performance mit einem flotten Prozessor oft merklich besser. Das zeigen die für ein flüssiges Spielgefühl wichtigen P99-Perzentile, welche in neueren Tests die altbekannten Minimum-Fps abgelöst haben. Dieser Zustand wird auch als CPU-Limit bezeichnet und wirkt umso stärker, je weiter sich die Leistungsschere zwischen langsamem Prozessor und schneller Grafikkarte öffnet. Genau aus diesem Grund testen wir die CPU-Leistung in der vergleichsweise niedrigen Auflösung von 1.280 × 720 Pixeln in Kombination mit einer flotten, übertakteten EVGA Geforce GTX 980 Ti. Denn wir wollen nicht, dass die Prozessorleistung über Gebühr vom 3D-Beschleuniger gebremst wird. Solche in Full-HD-Auflösung oder höher gewonnenen Werte wären spätestens mit Erscheinen einer neuen Grafikkartengeneration überholt und damit quasi unbrauchbar. Behalten Sie diesen Umstand auf jeden Fall im Hinterkopf, sofern Sie Ihre CPU ausschließlich anhand der von der Grafikkarte maßgeblich beeinflussten Spiele-Performance auswählen!

Bei Anwendungen sehen die Kriterien meist anders aus. Hier beeinflusst die Grafikkarte das Geschehen weniger stark und viele moderne Programme profitieren in einem größeren Maße von zusätzlichen CPU-Kernen, während Spiele meist immer noch besser mit dem Takt als mit der Anzahl der Rechenwerke skalieren. Zudem sind viele Anwendungen nicht auf Echtzeit-Performance angewiesen, sondern die CPU-Leistung bestimmt vielmehr die anfallende Wartezeit. Während diese bei geschäftlicher Nutzung natürlich gleichbedeutend mit barer Münze sein und sich die Anschaffung einer sehr teuren CPU lohnen kann, ist das im privaten Bereich eher selten der Fall. Hier ist und bleibt die Anwendungsleistung von Prozessoren eher eine Frage der persönlichen Geduld.

Erschwerend kommt hinzu, dass in Spielen oft nicht allzu viele Stellschrauben vorhanden sind, mit denen Sie eine schwache CPU ausgleichen können. In manchen Titeln ist es einzig die Sichtweite in der Spielwelt, welche nennenswerte Auswirkungen auf die CPU-Anforderungen hat, und die beeinflusst dann gleich auch noch die Orientierung im Level oder bringt

CPU- vs. Grafiklimit illustriert



System: 8 GiB RAM je Speicherkanal, Nvidia Titan X (Pascal) @ 120 %PT/90 °C TT; Windows 10 x64. **Bemerkungen:** Trotz flotter Grafikkarte spielt die CPU in UHD kaum eine Rolle. Auch in 2.560 × 1.440 Pixeln staucht die Titan X das Feld bereits zusammen.

Sockel 1151: Intels flotte Mittelklasse

Intel-CPUs für den Mainboard-Sockel 1151 sind eine gute Wahl, wenn Sie primär auf Spieleleistung Wert legen.

Der Sockel 1151 erlebt mit den aktuellen Core-CPUs der 8000er-Reihe gerade seinen dritten Frühling. Die Vorgänger Sky- und Kaby-Lake waren untereinander noch kompatibel, aktuelle Coffee-Lake-Modelle werden jedoch nur in Boards mit 300er-I/O-Hub unterstützt. Ab April soll es neben dem teuren Z370 für Übertakter auch günstigere Modelle geben. Sparfüchse geben sich noch mit einem aktuellen Quadcore wie dem Core i3-8100 zufrieden, welcher erstmals für i3-CPUs echte vier Kerne bietet. Längerfristig Spaß haben Sie mit einem Sechskerner: Der i5-8400 bietet ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis, lässt sich im Gegensatz zum teureren und ab Werk höher taktenden i5-8600K aber nicht übertakten. Das Topmodell i7-8700K bietet neben höherem Takt und OC-Fähigkeit 12 statt 6 Threads via SMT.

AM4: AMDs Alleskönner

Mit den Ryzen-Prozessoren für den Sockel AM4 gelang AMD im vorigen Jahr ein großer Wurf.

Mit den Ryzen-Prozessoren für den Sockel AM4 gelang AMD im vorigen Jahr ein großer Wurf. War man mit der vorhergehenden Architektur „Bulldozer" in allen Belangen deutlich hinter Intel zurückgefallen, erreichte Ryzen Intels Core-CPUs speziell im Bereich Energieeffizienz und Anwendungsperformance beinahe und holte bei der für die Spiele-Performance wichtigen Pro-MHz-Leistung drastisch auf. Vom vierkernigen Ryzen 3 für unter 100 Euro bis hin zum Achtkerner Ryzen 7 für knapp über 300 Euro stehen in allen Bereichen potente Alternativen zu Intels Core-CPUs bereit. Ab Ryzen 5 verfügen sie zusätzlich zu ihren physischen Kernen über SMT, bieten (ab dem B350-Chip) einen freien Multiplikator für einfaches OC und reagieren mit gutem Leistungszuwachs auf Speicher-Overclocking.

gar handfeste Nachteile, etwa wenn Gegner später zu sehen sind. Für durchweg flotte Spiele sollten Sie also bei der CPU nicht zu knausrig sein. Bei einer Grafikkarte können Sie allein durch die Anzahl der gerenderten Pixel, also die Auflösung, oder durch die Beleuchtungsberechnungen (Ambient Occlusion etwa) den Rechenaufwand drastisch beeinflussen.

Geplante Nutzungsdauer

Über die letzten paar Jahre verlängerte sich die durchschnittliche Nutzungszeit von CPUs deutlich. Wer sich etwa zu Sandy-Bridge-Zeiten speziell für einen übertaktbaren Core i5 oder i7 entschieden hatte, kann damit auch heute, sieben Jahre später, noch so gut wie alle Spiele problemlos zocken. Neuere Spiele sind inzwischen jedoch zunehmend in der Lage, Nutzen aus zusätzlichen Recheneinheiten zu ziehen. Hinzu kommt, dass mit Direct X 12 die Ansteuerung etwa von Sechs- oder Achtkern-CPUs vereinfacht wurde, sodass Fps-Gewinne durch eine Vielzahl an Rechenwerken künftig noch steigen könnten.

In den letzten Jahren sind die CPU-Preise weitgehend stabil geblieben, ohne dass es großartige „Abverkaufsaktionen" gegeben hätte. Wenn Sie „Vernunftkäufer" sind, lohnt es sich daher durchaus, bei der nächsten Anschaffung über das unmittelbar nötige Maß hinaus zu denken und bei entsprechendem Budget eventuell eine Leistungsklasse höher einzuplanen. Dank AMDs konkurrenzfähiger Ryzen-Prozessoren geriet das gesamte Gefüge ins Rutschen und Vierkerner etablierten sich als 100-Euro-Einsteiger-CPUs, Sechskerner fielen unter die 200-Euro-Marke und auch Achtkern-CPUs wurden erschwinglich. Grundsätzlich hat sich der Markt quasi verschoben und in den nach wie vor bestehenden Preisklassen gibt es jetzt jeweils zwei oder vier Kerne mehr zum selben Preis.

Vorsicht vor Dualcores!

Anstatt lediglich langsamer zu laufen, verweigern bereits einige AAA-Titel glattweg den Start oder fallen durch häufige Abstürze auf, sofern eine CPU mit zwei SMT-losen Kernen zum Einsatz kommt. Zu den betroffenen Prozessoren gehören neben einigen Stromsparmodellen und älteren APUs vor allem Intels Celeron-Riege und die Pentium-Modelle bis einschließlich der Skylake-Generation. AMDs Ryzen-3- wie FX-4000-CPUs und Intels Core-i3- sowie einige Pentium-Modelle ab der Kaby-Lake-Generation hingegen starten bislang noch alle von uns getesteten Programme. Manche, speziell Pentiums, sind für aktuelle Titel jedoch etwas schwach auf der Brust.

Takt oder Architektur

Jahrelang war allein die Frage nach der Anzahl der Megahertz entscheidend, doch heute ist die Situation komplexer. So haben AMD und Intel inzwischen voneinander vollkommen unabhängige Architekturen entwickelt, zwischen denen sich reine Taktraten nicht mehr sinnvoll vergleichen lassen. In der Regel ebenso wenig zielführend ist ein reiner Vergleich nach der Anzahl der CPU-Kerne – egal ob mit oder ohne Simultaneous Multithreading. Diese Technik zur besseren Auslastung der Recheneinheiten bieten mittlerweile beide Hersteller, sie heißt bei Intel marketingträchtig „Hyperthreading".

Schauen Sie für eine grobe Einordnung der Prozessorleistung daher lieber auf Vergleiche wie unseren CPU-Leistungsindex – wahlweise auf die jeweils mit aufgeführten Spiele- und Anwendungsindizes.

Spiele vs. Anwendungen

Während die meisten Spiele in Echtzeit laufen, also eine bestimmte Bildrate benötigen, um sich sinnvoll bedienen zu lassen, sieht das bei Anwendungen im Heimbereich anders aus. Scheiden sich bei Spielen die Geister, ob es 30, 60, 120 oder noch mehr Bilder pro Sekunde sein sollten, für die der Prozessor die Vorarbeit leisten muss, kommt es bei Anwendungen erst einmal darauf an, ob sie sich noch flüssig bedienen lassen. Wird etwa die Änderung eines Parameters in der Bildbearbeitung schnell genug umgesetzt, um Vorher-nachher-Vergleiche zu erlauben? Als Faustregel gilt, dass Anwendungen oft besser parallelisieren und so eher von der Kernzahl profitieren. Spiele hingegen sind nach wie vor meist auf eine hohe Leistung pro Kern angewiesen, da ihre Performance oft an „dem entscheidenen" Gamelogic-Thread hängt und die restlichen Kerne nur entlastend wirken.

Intel Core vs. AMD Ryzen

Prinzipiell können beide aktuellen Architekturen ausreichend Leistung für fast alle Anwendungsfälle inklu-

sive Spielen liefern. Die Entscheidung hängt also vom Budget und persönlichen Vorlieben sowie den Anforderungen an die Plattform ab. AMD geht beim Ryzen generell freizügiger mit den Optionen um – so lassen sich alle bisherigen Ryzen-Modelle bei entsprechendem Mainboard übertakten, was auf Intel-Seite nur bei den K-Modellen sinnvoll möglich ist.

Aufrüstung vs. Neukauf?

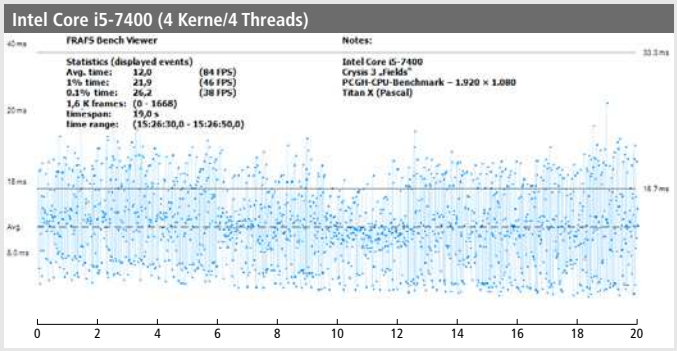
AMDs aktuelle Plattform AM4 für Desktop-CPUs ist spätestens mit einem UEFI-Update auch für Ryzen-2000-Modelle tauglich, nur bei einigen OC- und Boost-Funktionen müssen Sie geringfügige Einschränkungen in Kauf nehmen. Eine Investition in AMDs veraltete Plattform AM3(+) lohnt sich nicht mehr. Bei Intel hingegen erfordert beinahe jede CPU-Generation ein neues Mainboard – Kaby Lake läuft als „Takt-Upgrade" von Skylake mit passendem UEFI allerdings noch in Boards der 100-Serie. Die aktuellen Coffee-Lake-CPUs der 8000er-Reihe jedoch erfordern Mainboards mit 300er-I/O-Hub – und von denen gibt's auch im März 2018 nur den für Übertakter gedachten Z370 zu entsprechend hohen Preisen. Als Aufrüster haben Sie es hier also schwerer, sofern Sie nicht von einem Prozessor aus innerhalb CPU-Generation upgraden.

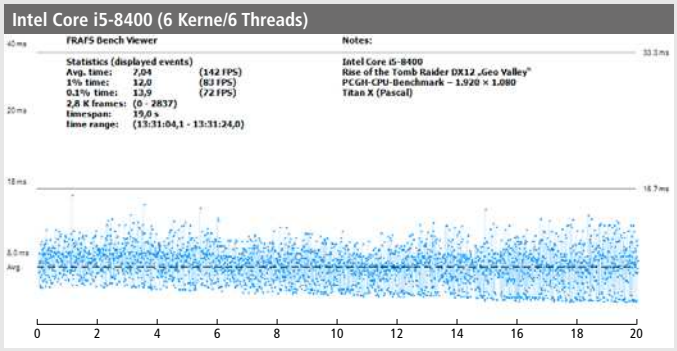
Sprach beim Neukauf eines Spiele-PCs früher hauptsächlich ein knappes Budget für eine AMD-CPU, ist die Sachlage heute komplexer. Während die Performance in vielen Anwendungen bereits bei den FX-Modellen noch akzeptabel war, liefern AMDs Ryzen-Prozessoren auch für Spieler reichlich Leistung. Das gilt vor allem dann, wenn Sie in hohen Auflösungen wie 2.560 × 1.440 Bildpunkten (WQHD) oder höher mit maximaler oder sehr hoher Detailstufe spielen – dort bestimmt in erster Linie die Grafikkarte die erreichbare Bildrate wie auch unser Benchmark auf der vorigen Doppelseite verdeutlicht. Sehr schnelle Intel-CPUs wie der Core i7-8700K sind beim High-Fps-Gaming jedoch nach wie vor im Vorteil, etwa wenn ein 144-Hz-Display entsprechend befeuert und ein kompetitiver Vorteil selbst auf Kosten der Grafikqualität erzielt werden soll.

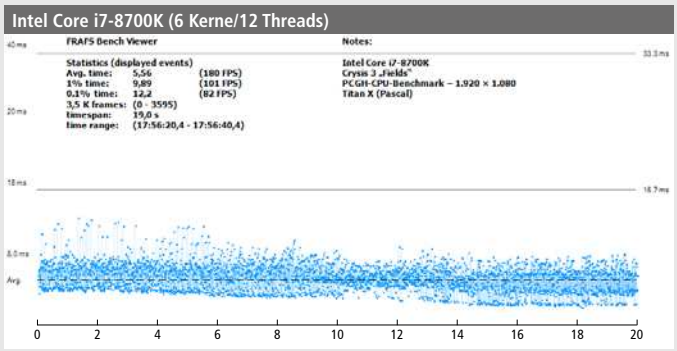
Spieler greifen aktuell zu Sechskern-Prozessoren, um auch für die mittlere Zukunft gerüstet zu sein.

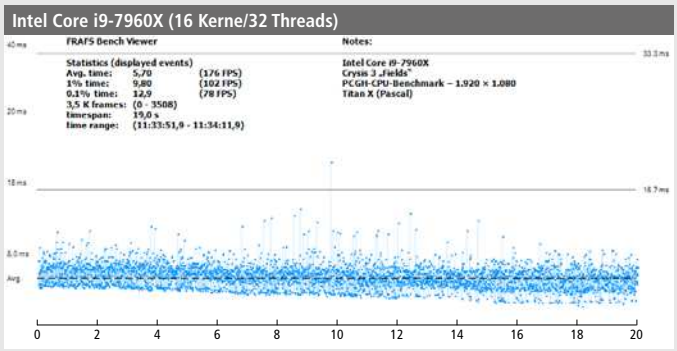
Eine Fps-Angabe sagt manchmal weniger als 1.000 Worte.

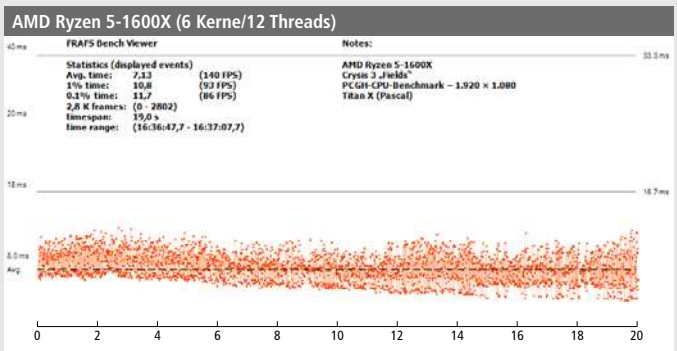
Werfen wir einen Blick auf die sogenannten „Frametimes". Dabei handelt es sich um die Berechnungszeit jedes einzelnen Bildes im Benchmark, niedrige Werte sind daher besser. Noch vorteilhafter ist es, wenn aufeinanderfolgende Bilder in ihrer Berechnungszeit möglichst wenig voneinander abweichen und in den Diagrammen folglich eine möglichst glatte Linie entsteht. Glatte Frametimes sind neben der allgemeinen Fps-Rate für die gefühlte Geschmeidigkeit sehr wichtig. Wenn etwa die Frametime zwischen zwei weit auseinanderliegenden Werten hin und her springt, nimmt man eher die „langsameren" als die „schnellen" Bilder mit wahr und das Bild ruckelt. Das erste Bild am Beispiel eine i5-7400 zeigt ein solches Verhalten. Die Durchschnitts-Fps liegen mit 84 absolut im grünen Bereich, allerdings sind auch viele Bilder im Bereich von 20 Millisekunden dabei, die nicht die 60-Fps-Marke (gestrichelte Linie bei 16,7 ms) knacken und bei schnellen Spielen schon störend auffallen können. Sechskerner ab dem i5-8400 wie auch die beiden Ryzen-Modelle grenzen die Frametime-Varianz stärker ein und bieten ein geschmeidigeres Spielgefühl. Der Vergleich mit dem Core i9-7960X zeigt, dass mehr Kerne nicht immer besser sind, abhängig von der Architektur sogar leicht schlechter abschneiden können.

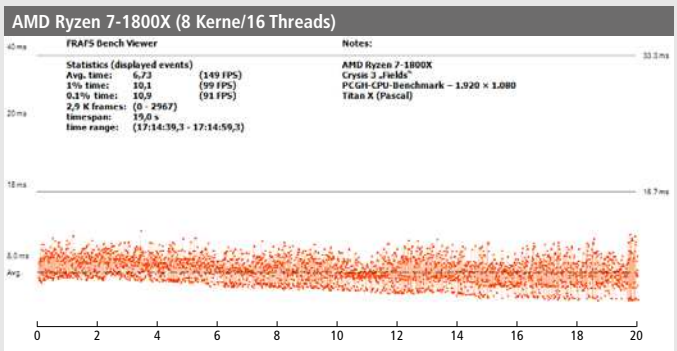












Idealerweise unterstützen diese bereits SMT wie der Core i7-8700(K) oder der Ryzen 5-1600(X)/-2600(X). Zwackt das Budget, tut es derzeit auch noch ein Vierkerner. Durch die niedrigere Kernzahl ist SMT hier wichtiger und bringt auch vergleichsweise mehr. Jedoch ist der preisliche Abstand zwischen Ryzen 5-1500(X) oder -2400G und dem sechskernigen R5-1600 nur sehr gering. Im Preisbereich um 100 Euro gibt es auch von AMD keine SMT-Vierkerner, sodass hier der Core i3-8100 mit seiner höheren Pro-MHz-Leistung gegenüber dem Ryzen 3 punkten kann. Ab April sollen auch günstige Boards für die Intel-CPU erhältlich sein, während aktuell noch teure Z370-Platinen den Systempreis unnütz in die Höhe treiben.

Prozessoren ab acht Kernen bringen speziell in Spielen zunehmend wenig Extra-Leistung, allerdings kosten sie speziell im Falle von AMDs Ryzen 7 auch keine Unsummen mehr, Sie machen auch mit einem solchen Modell nichts falsch. Wenn Sie des Öfteren leistungshungrige Anwendungen wie Videoschnitt oder -transcoding oder 3D-Rendering nutzen, lohnt sich der Griff zum Ryzen 7. Intels Pendant, der Core i7-7820X, kostet immer noch mehr als 500 Euro und fällt daher für die meisten Anwender aus dem Budget.

Spielt Geld keine Rolle, bietet AMD derzeit maximal 16 Kerne in Form des rund 850 Euro teuren Ryzen Threadripper TR-1950X. Er findet auf TR4-Boards ab circa 280 Euro Platz. Bei Intel kostet dieselbe Kernzahl beim i9-7960X gleich 1.430 Euro. Dass die nötigen X299-Boards rund 100 Euro günstiger als die TR4-Modelle sind, fällt da schon fast nicht mehr auf. Das obere Ende der Fahnenstange markiert der Core i9-7980XE mit 18 Kernen für über 1.700 Euro.

Benchmarks

Zur Übersicht bieten wir Ihnen den erweiterten Leistungsindex von 60 CPUs. Sie finden die gerundeten Einzelergebnisse in Zahlenform unterhalb der Indexbalken. Apropos: Wenn Sie sich rein für Spiele- oder Anwendungsleistung interessieren, werfen Sie einen Blick auf die grünen respektive roten Benchmark-Balken, den Preis-Leistungs-Index finden Sie ebenfalls in der Übersicht. Im Spielebereich gibt es noch immer viele Titel, die mit zwei Kernen auskommen – ein Vertreter davon ist das beliebte Starcraft 2, welches insbesondere bei Zerg Rushes CPU-limitiert ist. Klar ist jedoch auch: Stark mehrkernoptimierten Titeln gehört allein schon aufgrund der Multi-Plattform-Engines, welche auch die achtkernigen Spielkonsolen Playstation 4 und Xbox One bedienen, die Zukunft. Dank Low-Level-APIs wie Direct X 12 und Vulkan verstärkt sich dieser Trend sicherlich noch. Ein Vierkerner, am besten mit SMT, sollte daher die untere Grenze sein.

Faktor Grafikkarte

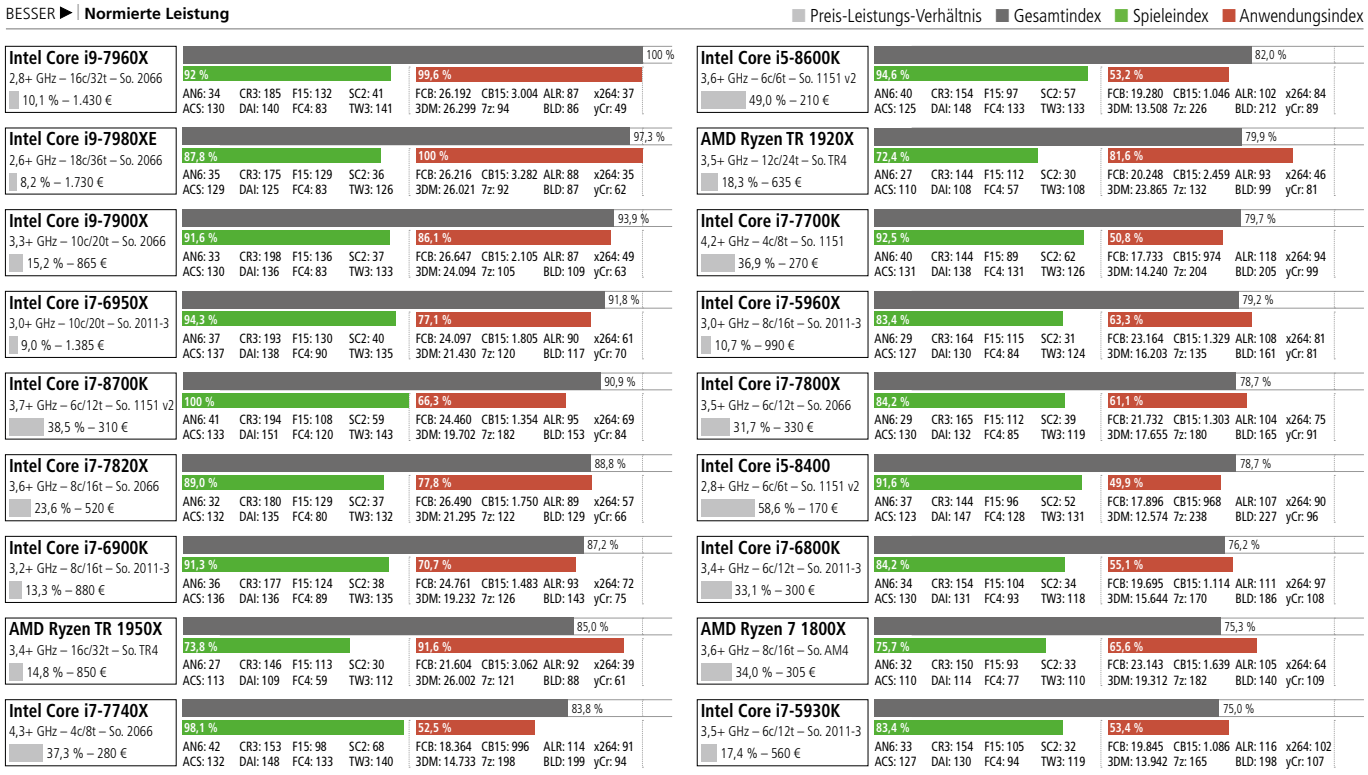
Wir können es nicht oft genug betonen (und tun es an dieser Stelle daher erneut): Die CPU stellt „nur“ die Basis der Spieleleistung. Denn in fast allen modernen Spielen wird die Leistung spätestens ab der Full-HD-Auflösung von der Grafikkarte begrenzt – speziell mit Kantenglättung, Ambient Occlusion oder virtuellen Auflösungen via DSR/VSR. Spätestens ab 2.560 × 1.440 Bildpunkten bremsen diese Optionen samt 4× Multisample-Antialiasing auch Prozessoren für mehr als 1.000 Euro fast auf das Niveau eines 100-Euro-Modells wie den Ryzen 3-2200G oder Core i3-8100 herunter. *(cs)*

Slow-PU: Was der Bench nicht zeigt

Niedrigere Bildraten in Spielen und längere Wartezeiten bei Anwendungen zeigen nicht das gesamte Bild von Low-End-Prozessoren.

Abseits der reinen Fps-Werte gibt es noch weitere Auffälligkeiten bei langsamen CPUs. Da wären zum einen die Ladezeiten, welche stark mit der CPU-Leistung – speziell der Pro-MHz-Performance – skalieren. Zum anderen priorisieren moderne Engines bisweilen aber auch das Entpacken und In-den-Grafikspeicher-Laden (Streaming) detaillierter Pixeltapeten recht niedrig. So sehen wir auch nach einem knapp 30-sekündigen Durchlaufen der Spielwelt beim Erklettern des Bahnhofsdaches in Assassin's Creed Syndicate noch niedrig auflösenden Matsch anstelle der hübschen, detaillierten Mauertexturen.

Leistungsindex: Prozessoren Platz 1 bis 18



Leistungsindex: Prozessoren Platz 19 bis 60

BESSER ▶ | **Normierte Leistung**

Preis-Leistungs-Verhältnis | Gesamtindex | Spieleindex | Anwendungsindex

Intel Core i7-5775C
3,3+ GHz – 4c/8t – So. 1150
25,6 % – 360 €
74,9 % | 90,1 % | 43,2 %
AN6: 40 CR3: 129 F15: 95 SC2: 47 FCB: 14.590 CB15: 787 ALR: 133 x264: 125
ACS: 127 DAI: 139 FC4: 128 TW3: 131 3DM: 12.278 7z: 195 BLD: 257 yCr: 139

AMD Ryzen TR 1900X
3,8+ GHz – 8c/16t – So. TR4
28,2 % – 370 €
74,8 % | 73,4 % | 67,8 %
AN6: 28 CR3: 139 F15: 108 SC2: 32 FCB: 20.914 CB15: 1.716 ALR: 95 x264: 61
ACS: 114 DAI: 108 FC4: 64 TW3: 107 3DM: 20.280 7z: 177 BLD: 133 yCr: 101

Intel Core i7-6700K
4,0+ GHz – 4c/8t – So. 1151
29,3 % – 320 €
74,1 % | 86,1 % | 47,2 %
AN6: 37 CR3: 137 F15: 80 SC2: 55 FCB: 16.191 CB15: 890 ALR: 127 x264: 102
ACS: 120 DAI: 133 FC4: 124 TW3: 119 3DM: 13.028 7z: 205 BLD: 222 yCr: 106

Intel Core i7-5820K
3,3+ GHz – 6c/12t – So. 2011-3
24,2 % – 390 €
73,0 % | 81,3 % | 51,7 %
AN6: 32 CR3: 149 F15: 102 SC2: 32 FCB: 18.880 CB15: 1.022 ALR: 119 x264: 104
ACS: 122 DAI: 129 FC4: 92 TW3: 115 3DM: 13.589 7z: 168 BLD: 203 yCr: 110

AMD Ryzen 7 1700X
3,4+ GHz – 8c/16t – So. AM4
36,3 % – 275 €
72,1 % | 72,9 % | 62,3 %
AN6: 31 CR3: 146 F15: 91 SC2: 30 FCB: 21.955 CB15: 1.557 ALR: 111 x264: 68
ACS: 106 DAI: 109 FC4: 75 TW3: 105 3DM: 18.246 7z: 189 BLD: 149 yCr: 113

Intel Core i7-4960X
3,6+ GHz – 6c/12t – So. 2011
8,7 % – 1.050 €
70,2 % | 77,4 % | 51,0 %
AN6: 31 CR3: 137 F15: 102 SC2: 25 FCB: 19.953 CB15: 1.000 ALR: 114 x264: 112
ACS: 120 DAI: 122 FC4: 84 TW3: 114 3DM: 13.914 7z: 159 BLD: 219 yCr: 207

AMD Ryzen 5 1600X
3,6+ GHz – 6c/12t – So. AM4
49,8 % – 185 €
69,6 % | 74,2 % | 54,3 %
AN6: 31 CR3: 142 F15: 89 SC2: 33 FCB: 19.066 CB15: 1.244 ALR: 111 x264: 84
ACS: 107 DAI: 113 FC4: 84 TW3: 104 3DM: 17.113 7z: 229 BLD: 181 yCr: 147

AMD Ryzen 7 1700
3,0+ GHz – 8c/16t – So. AM4
36,5 % – 255 €
68,4 % | 69,9 % | 58,0 %
AN6: 29 CR3: 137 F15: 89 SC2: 27 FCB: 20.633 CB15: 1.426 ALR: 117 x264: 73
ACS: 105 DAI: 104 FC4: 70 TW3: 102 3DM: 16.798 7z: 201 BLD: 161 yCr: 122

Intel Core i7-3960X
3,3+ GHz – 6c/12t – So. 2011
12,6 % – 700 €
67,7 % | 75,3 % | 48,2 %
AN6: 30 CR3: 131 F15: 95 SC2: 25 FCB: 19.757 CB15: 955 ALR: 129 x264: 124
ACS: 118 DAI: 118 FC4: 83 TW3: 112 3DM: 13.357 7z: 163 BLD: 235 yCr: 215

Intel Core i7-4790K
4,0+ GHz – 4c/8t – So. 1150
25,7 % – 335 €
67,4 % | 76,9 % | 45,0 %
AN6: 34 CR3: 129 F15: 71 SC2: 44 FCB: 16.360 CB15: 857 ALR: 132 x264: 122
ACS: 110 DAI: 113 FC4: 113 TW3: 105 3DM: 11.924 7z: 197 BLD: 231 yCr: 128

AMD Ryzen 5 1600
3,2+ GHz – 6c/12t – So. AM4
54,0 % – 160 €
65,9 % | 70,7 % | 50,8 %
AN6: 30 CR3: 133 F15: 87 SC2: 28 FCB: 17.821 CB15: 1.149 ALR: 118 x264: 90
ACS: 104 DAI: 106 FC4: 79 TW3: 102 3DM: 15.853 7z: 236 BLD: 196 yCr: 158

Intel Xeon E3-1230 v5
3,4+ GHz – 4c/8t – So. 1151
32,4 % – 255 €
65,2 % | 75,0 % | 42,6 %
AN6: 31 CR3: 118 F15: 75 SC2: 39 FCB: 14.518 CB15: 799 ALR: 140 x264: 114
ACS: 109 DAI: 115 FC4: 112 TW3: 105 3DM: 11.618 7z: 221 BLD: 248 yCr: 117

Intel Core i3-8350K
4,0 GHz – 4c/4t – So. 1151 v2
51,6 % – 155 €
64,5 % | 76,7 % | 38,5 %
AN6: 32 CR3: 105 F15: 72 SC2: 57 FCB: 13.054 CB15: 685 ALR: 124 x264: 125
ACS: 102 DAI: 118 FC4: 126 TW3: 101 3DM: 9.168 7z: 270 BLD: 320 yCr: 127

Intel Core i7-4770K
3,5+ GHz – 4c/8t – So. 1150
23,7 % – 340 €
63,3 % | 72,5 % | 42,0 %
AN6: 30 CR3: 119 F15: 69 SC2: 41 FCB: 15.223 CB15: 797 ALR: 142 x264: 129
ACS: 105 DAI: 107 FC4: 108 TW3: 101 3DM: 11.083 7z: 211 BLD: 247 yCr: 135

Intel Core i5-7600K
3,8+ GHz – 4c/4t – So. 1151
39,0 % – 195 €
61,5 % | 72,3 % | 37,9 %
AN6: 30 CR3: 102 F15: 68 SC2: 50 FCB: 12.716 CB15: 676 ALR: 129 x264: 126
ACS: 100 DAI: 111 FC4: 117 TW3: 95 3DM: 9.013 7z: 256 BLD: 332 yCr: 130

Intel Core i5-5675C
3,1+ GHz – 4c/4t – So. 1150
29,6 % – 250 €
60,6 % | 73,9 % | 33,3 %
AN6: 39 CR3: 95 F15: 65 SC2: 44 FCB: 11.377 CB15: 567 ALR: 140 x264: 160
ACS: 99 DAI: 108 FC4: 125 TW3: 92 3DM: 8.339 7z: 279 BLD: 387 yCr: 176

AMD Ryzen 5 1500X
3,5+ GHz – 4c/8t – So. AM4
52,4 % – 145 €
59,1 % | 66,8 % | 40,5 %
AN6: 29 CR3: 104 F15: 77 SC2: 31 FCB: 13.551 CB15: 818 ALR: 123 x264: 126
ACS: 94 DAI: 100 FC4: 94 TW3: 93 3DM: 12.185 7z: 283 BLD: 266 yCr: 209

Intel Core i7-4820K
3,7+ GHz – 4c/8t – So. 2011
21,6 % – 340 €
58,6 % | 68,8 % | 36,3 %
AN6: 30 CR3: 102 F15: 78 SC2: 25 FCB: 13.903 CB15: 664 ALR: 147 x264: 167
ACS: 105 DAI: 109 FC4: 92 TW3: 100 3DM: 9.892 7z: 227 BLD: 318 yCr: 282

Intel Core i3-8100
3,6 GHz – 4c/4t – So. 1151 v2
70,2 % – 100 €
57,6 % | 68,4 % | 34,6 %
AN6: 28 CR3: 94 F15: 66 SC2: 48 FCB: 11.681 CB15: 615 ALR: 140 x264: 139
ACS: 94 DAI: 104 FC4: 110 TW3: 90 3DM: 8.221 7z: 291 BLD: 357 yCr: 142

Intel Core i5-7500
3,4+ GHz – 4c/4t – So. 1151
42,1 % – 170 €
57,2 % | 67,9 % | 34,3 %
AN6: 29 CR3: 94 F15: 65 SC2: 44 FCB: 11.455 CB15: 610 ALR: 142 x264: 139
ACS: 94 DAI: 103 FC4: 112 TW3: 89 3DM: 8.101 7z: 285 BLD: 361 yCr: 143

AMD Ryzen 5-2400G
3,6+ GHz – 4c/8t – So. AM4
49,0 % – 150 €
57,1 % | 65,0 % | 38,5 %
AN6: 29 CR3: 100 F15: 73 SC2: 38 FCB: 14.852 CB15: 828 ALR: 141 x264: 128
ACS: 87 DAI: 93 FC4: 93 TW3: 89 3DM: 10.642 7z: 310 BLD: 271 yCr: 220

Intel Core i7-3770K
3,5+ GHz – 4c/8t – So. 1155
24,4 % – 295 €
57,1 % | 66,3 % | 36,3 %
AN6: 29 CR3: 102 F15: 69 SC2: 27 FCB: 13.908 CB15: 679 ALR: 154 x264: 163
ACS: 100 DAI: 103 FC4: 92 TW3: 95 3DM: 9.926 7z: 217 BLD: 316 yCr: 292

Intel Core i7-990X
3,5+ GHz – 6c/12t – So. 1366
8,6 % – 850 €
55,9 % | 60,8 % | 41,7 %
AN6: 28 CR3: 119 F15: 64 SC2: 17 FCB: 18.987 CB15: 822 ALR: 157 x264: 139
ACS: 95 DAI: 92 FC4: 72 TW3: 82 3DM: 12.349 7z: 232 BLD: 243 yCr: 322

Intel Core i5-6600K
3,5+ GHz – 4c/4t – So. 1151
34,9 % – 195 €
54,3 % | 63,1 % | 34,6 %
AN6: 25 CR3: 89 F15: 59 SC2: 40 FCB: 11.479 CB15: 611 ALR: 139 x264: 139
ACS: 89 DAI: 97 FC4: 106 TW3: 84 3DM: 8.106 7z: 281 BLD: 360 yCr: 142

Intel Core i5-7400
3,0+ GHz – 4c/4t – So. 1151
44,1 % – 150 €
53,6 % | 63,7 % | 32,1 %
AN6: 26 CR3: 87 F15: 61 SC2: 38 FCB: 10.594 CB15: 552 ALR: 152 x264: 150
ACS: 91 DAI: 97 FC4: 107 TW3: 84 3DM: 7.431 7z: 286 BLD: 392 yCr: 154

Intel Core i5-4690K
3,5+ GHz – 4c/4t – So. 1150
28,0 % – 235 €
52,4 % | 61,4 % | 32,7 %
AN6: 31 CR3: 90 F15: 54 SC2: 36 FCB: 12.033 CB15: 565 ALR: 150 x264: 163
ACS: 85 DAI: 85 FC4: 98 TW3: 80 3DM: 7.482 7z: 288 BLD: 368 yCr: 168

AMD Ryzen 5 1400
3,2+ GHz – 4c/8t – So. AM4
48,9 % – 135 €
51,8 % | 58,7 % | 35,3 %
AN6: 26 CR3: 93 F15: 70 SC2: 23 FCB: 12.155 CB15: 706 ALR: 148 x264: 142
ACS: 81 DAI: 89 FC4: 81 TW3: 82 3DM: 10.875 7z: 321 BLD: 303 yCr: 234

Intel Core i5-4670K
3,4+ GHz – 4c/4t – So. 1150
27,9 % – 230 €
51,3 % | 60,1 % | 31,8 %
AN6: 31 CR3: 89 F15: 53 SC2: 33 FCB: 11.739 CB15: 551 ALR: 153 x264: 166
ACS: 84 DAI: 83 FC4: 96 TW3: 80 3DM: 7.280 7z: 300 BLD: 382 yCr: 173

Intel Core i5-6500
3,2+ GHz – 4c/4t – So. 1151
35,5 % – 180 €
51,2 % | 59,9 % | 31,9 %
AN6: 25 CR3: 83 F15: 57 SC2: 35 FCB: 10.519 CB15: 561 ALR: 152 x264: 148
ACS: 89 DAI: 92 FC4: 96 TW3: 81 3DM: 7.426 7z: 293 BLD: 394 yCr: 156

AMD FX-9590
4,7+ GHz – 4m/8t – So. AM3+
40,1 % – 165 €
50,7 % | 56,0 % | 36,7 %
AN6: 25 CR3: 96 F15: 61 SC2: 20 FCB: 15.018 CB15: 727 ALR: 146 x264: 138
ACS: 81 DAI: 81 FC4: 79 TW3: 81 3DM: 8.407 7z: 208 BLD: 415 yCr: 256

Intel Core i3-7350K
4,2 GHz – 2c/4t – So. 1151
41,9 % – 145 €
50,2 % | 61,7 % | 26,9 %
AN6: 27 CR3: 78 F15: 57 SC2: 48 FCB: 8.724 CB15: 462 ALR: 196 x264: 191
ACS: 81 DAI: 90 FC4: 108 TW3: 78 3DM: 7.238 7z: 332 BLD: 417 yCr: 195

AMD Ryzen 3-2200G
3,5+ GHz – 4c/4t – So. AM4
67,2 % – 95 €
50,2 % | 59,4 % | 30,4 %
AN6: 29 CR3: 77 F15: 62 SC2: 35 FCB: 10.137 CB15: 578 ALR: 154 x264: 144
ACS: 77 DAI: 87 FC4: 98 TW3: 76 3DM: 8.178 7z: 362 BLD: 422 yCr: 241

Intel Core i7-2600K
3,4+ GHz – 4c/8t – So. 1155
23,1 % – 275 €
50,2 % | 57,9 % | 32,5 %
AN6: 27 CR3: 92 F15: 55 SC2: 22 FCB: 13.134 CB15: 619 ALR: 175 x264: 191
ACS: 85 DAI: 89 FC4: 83 TW3: 84 3DM: 8.971 7z: 253 BLD: 351 yCr: 317

Intel Core i5-3570K
3,4+ GHz – 4c/4t – So. 1155
29,5 % – 205 €
48,7 % | 57,7 % | 29,3 %
AN6: 28 CR3: 80 F15: 52 SC2: 26 FCB: 10.891 CB15: 524 ALR: 159 x264: 199
ACS: 82 DAI: 86 FC4: 97 TW3: 76 3DM: 6.953 7z: 285 BLD: 431 yCr: 348

AMD Ryzen 3 1300X
3,4+ GHz – 4c/4t – So. AM4
54,6 % – 110 €
47,5 % | 55,0 % | 30,6 %
AN6: 27 CR3: 72 F15: 57 SC2: 28 FCB: 9.654 CB15: 557 ALR: 140 x264: 149
ACS: 72 DAI: 80 FC4: 94 TW3: 71 3DM: 8.230 7z: 381 BLD: 416 yCr: 243

AMD FX-8370
4,0+ GHz – 4m/8t – So. AM3+
50,0 % – 120 €
46,9 % | 52,0 % | 33,6 %
AN6: 23 CR3: 88 F15: 57 SC2: 14 FCB: 13.123 CB15: 649 ALR: 157 x264: 154
ACS: 77 DAI: 76 FC4: 75 TW3: 77 3DM: 7.842 7z: 219 BLD: 465 yCr: 269

AMD FX-8350
4,0+ GHz – 4m/8t – So. AM3+
63,0 % – 95 €
46,5 % | 51,6 % | 33,4 %
AN6: 22 CR3: 88 F15: 57 SC2: 14 FCB: 13.024 CB15: 641 ALR: 158 x264: 154
ACS: 76 DAI: 76 FC4: 74 TW3: 76 3DM: 7.844 7z: 220 BLD: 466 yCr: 271

Intel Core i3-6100
3,7 GHz – 2c/4t – So. 1151
55,9 % – 95 €
43,8 % | 53,9 % | 23,5 %
AN6: 23 CR3: 70 F15: 50 SC2: 40 FCB: 7.705 CB15: 405 ALR: 230 x264: 216
ACS: 71 DAI: 81 FC4: 93 TW3: 68 3DM: 6.425 7z: 384 BLD: 473 yCr: 221

AMD Ryzen 3 1200
3,1+ GHz – 4c/4t – So. AM4
63,1 % – 85 €
42,6 % | 49,6 % | 27,0 %
AN6: 25 CR3: 63 F15: 54 SC2: 21 FCB: 8.377 CB15: 487 ALR: 158 x264: 171
ACS: 66 DAI: 71 FC4: 86 TW3: 65 3DM: 7.122 7z: 404 BLD: 479 yCr: 278

Intel Pentium G4560
3,5 GHz – 2c/4t – So. 1151
100 % – 50 €
41,7 % | 51,8 % | 21,4 %
AN6: 24 CR3: 66 F15: 48 SC2: 37 FCB: 7.301 CB15: 382 ALR: 235 x264: 250
ACS: 71 DAI: 76 FC4: 87 TW3: 65 3DM: 6.022 7z: 391 BLD: 510 yCr: 622

AMD FX-8300
3,3+ GHz – 4m/8t – So. AM3+
65,5 % – 80 €
41,6 % | 46,7 % | 29,0 %
AN6: 21 CR3: 74 F15: 54 SC2: 12 FCB: 11.035 CB15: 530 ALR: 177 x264: 183
ACS: 71 DAI: 65 FC4: 65 TW3: 71 3DM: 6.638 7z: 237 BLD: 560 yCr: 327

Intel Core i5-2500K
3,3+ GHz – 4c/4t – So. 1155
27,3 % – 190 €
41,5 % | 48,9 % | 25,5 %
AN6: 25 CR3: 71 F15: 42 SC2: 20 FCB: 10.131 CB15: 462 ALR: 186 x264: 237
ACS: 70 DAI: 73 FC4: 81 TW3: 63 3DM: 6.192 7z: 351 BLD: 493 yCr: 393

Spiele (links): Anno 2205, Assassin's Creed Syndicate, Crysis 3, Dragon Age: Inquisition, F1 2015, Far Cry 4, Starcraft 2 LotV, Witcher 3: gerundete Durchschnitts-Fps in 1.280 × 720 (max. Details außer Post-Processing, Ambient Occlusion, AA und AF), mehr ist besser. **Anwendungen** (rechts): Fritz Chessbench, 3D Mark Firestrike Physics, Cinebench R15: Punkte (mehr ist besser), 7-Zip 15.21, Adobe Lightroom 5.7.1, Blender 2.76, x264, y-Cruncher: Sekunden (weniger ist besser). **System:** 8 GiByte je Speicherkanal, Turbo und Energiesparfeatures an; Windows 10 64 Bit, Grafikkarte: Geforce GTX 980 Ti @ 1.380/3.900 MHz.

Prozessor	Intel Core i9-7960X	Intel Core i9-7980XE	Intel Core i7-8700K	Intel Core i9-7900X	Intel Core i7-7820X
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1638801	www.pcgh.de/preis/1638806	www.pcgh.de/preis/1685281	www.pcgh.de/preis/1632795	www.pcgh.de/preis/1632796
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 1.430 €/„knapp mangelhaft" (5-)	Ca. 1.730 €/„knapp mangelhaft" (5-)	Ca. 310 €/„ausreichend" (4)	Ca. 865 €/„mangelhaft" (5)	Ca. 520 €/„voll mangelhaft" (5+)
Für Mainboards mit …	Sockel 2066	Sockel 2066	LGA 1151v2	Sockel 2066	Sockel 2066
Codename	Skylake X	Skylake X	Coffee Lake-S	Skylake X	Skylake X
Anzahl Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	16 (32), 2,4 GHz	18 (36), 2,4 GHz	6 (12), ab Werk bis 4,0 GHz	10 (20), 2,4 GHz	8 (16), 2,4 GHz
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	2,8 GHz (3,6-4,4 GHz)	2,6 GHz (3,4-4,4 GHz)	3,7 GHz (4,3 bis 4,7 GHz)	3,3 GHz (4,0-4,5 GHz)	3,6 GHz (4,0-4,5 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/32 KiByte
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	1.024 KiByte/22,00 MiByte	1.024 KiByte/24,75 MiByte	256 KiByte/12 MiByte	1.024 KiByte/13,75 MiByte	1.024 KiByte/11,00 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	Unbekannt, 14 nm, ca. 428 mm²	Unbekannt, 14 nm, ca. 428 mm²	Unbekannt, 14 nm, unbekannt	Unbekannt, 14 nm, ca. 298 mm²	Unbekannt, 14 nm, ca. 298 mm²
Ausstattung (20 % der Endnote)	**2,13**	**2,13**	**1,79**	**2,13**	**2,16**
Grafikeinheit	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	UHD Gr. 630 (24 EUs, max. 1,2 GHz)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Befehlssätze und Erweiterungen (Auswahl)	SSE bis 4.2, AVX bis 512F, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 512F, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3, TSX	SSE bis 4.2, AVX bis 512F, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 512F, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	44× PCI-Express 3.0	44× PCI-Express 3.0	16× PCI-Express 3.0	44× PCI-Express 3.0	28× PCI-Express 3.0
Eigenschaften (20 % der Endnote)	**1,76**	**1,77**	**1,44**	**1,73**	**1,73**
Offener Multiplikator*	Ja (bis 83)	Ja (bis 83)	Ja (bis 83)	Ja (bis 83)	Ja (bis 83)
Übertaktung per Referenztakt?*	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Speicherkanäle (u. max. Geschw.*/**)	4× DDR4-2667 (kein ECC)	4× DDR4-2667 (kein ECC)	2× DDR4-2667 (kein ECC)	2× DDR4-2667 (kein ECC)	2× DDR4-2667 (kein ECC)
TDP laut Hersteller**	165 Watt	165 Watt	95 Watt	140 Watt	140 Watt
Systemverbr. Leerlauf abzgl. Grafikkarte	34 Watt	34 Watt	19 Watt	31 Watt	31 Watt
Systemverbrauch (Anno/C3/TW3)**	246/396/339 Watt	242/373/314 Watt	226/392/297 Watt	233/396/318 Watt	233/378/312 Watt
Systemverbrauch Spiele (Durchschn.)**	309 Watt	296 Watt	284 Watt	294 Watt	292 Watt
Systemverbr. Anwendg. (Durchschn.)**	254 Watt	248 Watt	181 Watt	231 Watt	201 Watt
Leistung (60 % der Endnote)	**1,20**	**1,31**	**1,57**	**1,44**	**1,65**
Spieleindex (60 % der Leistungsnote)	92,3 %	87,8 %	100 %	91,6 %	89,0 %
Anwendungsindex (40 % der Leistungsn.)	99,6 %	100 %	66,3 %	86,1 %	77,8 %
FAZIT	⊕ Durch höheren Takt schneller als der 18-Kerner (i9-7980XE) ⊖ Extrem teuer	⊕ Höchste Anwendungsleistung ⊖ Läuft ins TDP-Limit ⊖ Exorbitant teuer	⊕ Höchste Spiele- und hohe Anwendungsleistung ⊕ Effizient, inzwischen guter Preis	⊕ Sehr hohe Anwendungsleistung ⊕ Günstigster i9 mit 44× PCI-E-3.0 ⊖ Sehr teuer	⊕ Hohe Anwendungs-/Spiele-Perf. ⊖ Nur 28× PCI-E-3.0 ⊖ Für acht Kerne sehr teuer
	Wertung: **1,50**	Wertung: **1,56**	Wertung: **1,59**	Wertung: **1,64**	Wertung: **1,77**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus ** Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen.

Prozessor	Intel Core i5-8600K	Intel Core i7-7700K	AMD Ryzen TR 1950X	Intel Core i7-7800X	AMD Ryzen TR 1920X
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1697344	www.pcgh.de/preis/1551097	www.pcgh.de/preis/1664849	www.pcgh.de/preis/1632797	www.pcgh.de/preis/1664904
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 210 €/„knapp befriedigend" (3-)	Ca. 270 €/„ausreichend" (4)	Ca. 850 €/„mangelhaft" (5)	Ca. 330 €/„knapp ausreichend" (4-)	Ca. 635 €/„mangelhaft" (5)
Für Mainboards mit …	LGA 1151v2	LGA 1151	TR4 (Sockel 4094)	Sockel 2066	TR4 (Sockel 4094)
Codename	Coffee Lake-S	Kaby Lake-S	Threadripper	Skylake X	Threadripper
Anzahl Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	6 (6), ab Werk bis 4,0 GHz	4 (8), ab Werk bis 4,0 GHz	16 (32), wie Speicher-/Kerntakt	6 (12), 2,4 GHz	12 (24), wie Speicher-/Kerntakt
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	3,6 GHz (4,1 bis 4,3 GHz)	4,2 GHz (4,4 bis 4,5 GHz)	3,4 GHz (3,7-4,2 GHz)	3,5 GHz (4,0/4,0 GHz)	3,5 GHz (3,7-4,2 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/64 KiByte
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	256 KiByte/9 MiByte	256 KiByte/8 MiByte	512 KiByte/32 MiByte	1.024 KiByte/8,25 MiByte	512 KiByte/32 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	Unbekannt, 14 nm, unbekannt	Unbekannt, 14 nm, unbekannt	2× 4,8 Mrd., 14 nm, 2× 213 mm²	Unbekannt, 14 nm, ca. 298 mm²	2× 4,8 Mrd., 14 nm, 2× 213 mm²
Ausstattung (20 % der Endnote)	**1,79**	**1,79**	**2,05**	**2,16**	**2,05**
Grafikeinheit	UHD Gr. 630 (24 EUs, max. 1,15 GHz)	HD Graphics 630 (max. 1,15 GHz)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Befehlssätze und Erweiterungen (Auswahl)	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3, TSX	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3, TSX	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 512F, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	16× PCI-Express 3.0	16× PCI-Express 3.0	64× PCI-Express 3.0	28× PCI-Express 3.0	64× PCI-Express 3.0
Eigenschaften (20 % der Endnote)	**1,53**	**1,55**	**2,29**	**1,88**	**2,37**
Offener Multiplikator*	Ja (bis 83)	Ja (bis 83)	Ja (bis 63,75)	Ja (bis 83)	Ja (bis 63,75)
Übertaktung per Referenztakt?*	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Speicherkanäle (u. max. Geschw.*/**)	2× DDR4-2667 (kein ECC)	2 × DDR4-2400/DDR3(L)-1600 (kein ECC)	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR	4× DDR4-2400	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR
TDP laut Hersteller**	95 Watt	91 Watt	180 Watt	140 Watt	180 Watt
Systemverbr. Leerlauf abzgl. Grafikkarte	19 Watt	19 Watt	52 Watt	31 Watt	52 Watt
Systemverbrauch (Anno/C3/TW3)**	225/325/280 Watt	223/320/302 Watt	241/335/305 Watt	224/345/298 Watt	238/326/296 Watt
Systemverbrauch Spiele (Durchschn.)**	267 Watt	273 Watt	286 Watt	280 Watt	279 Watt
Systemverbr. Anwendg. (Durchschn.)**	158 Watt	145 Watt	255 Watt	177 Watt	246 Watt
Leistung (60 % der Endnote)	**1,92**	**2,01**	**1,80**	**2,05**	**2,00**
Spieleindex (60 % der Leistungsnote)	94,6 %	92,5 %	73,8 %	84,2 %	72,4 %
Anwendungsindex (40 % der Leistungsn.)	53,2 %	50,8 %	91,6 %	61,1 %	81,6 %
FAZIT	⊕ Hohe Anwendungs-/Spiele-Perf. ⊕ Effizient, inzwischen guter Preis ⊖ Kein SMT	⊕ Gute Anwendungs-/Spiele-Perf. ⊕ Hohe Pro-MHz-Leistung … ⊖ … jedoch nur vier Kerne mit SMT	⊕ Hohe Spiele-/sehr hohe Anwendungsperf., optionsreiche Plattform ⊖ Sehr teuer	⊕ Hohe Spiele- und Anwendungsleistung ⊖ Nur 28× PCI-E-3.0	⊕ Hohe Anwendungs-/Spiele-Perf. ⊕ Sehr optionsreiche Plattform ⊖ Recht teuer
	Wertung: **1,81**	Wertung: **1,87**	Wertung: **1,94**	Wertung: **2,04**	Wertung: **2,08**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus ** Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen.

Prozessor	AMD Ryzen 7 1800X	Intel Core i5-8400	AMD Ryzen 7 1700X	AMD Ryzen TR 1900X	AMD Ryzen 7 1700
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1582191	www.pcgh.de/preis/1699930	www.pcgh.de/preis/1582190	www.pcgh.de/preis/1681714	www.pcgh.de/preis/1582201
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 305 €/„ausreichend" (4)	Ca. 170 €/„befriedigend" (3)	Ca. 275 €/„ausreichend" (4)	Ca. 370 €/„knapp ausreichend" (4-)	Ca. 255 €/„ausreichend" (4)
Für Mainboards mit …	AM4 (Sockel 1331)	LGA 1151v2	AM4 (Sockel 1331)	TR4 (Sockel 4094)	AM4 (Sockel 1331)
Codename	Summit Ridge	Coffee Lake-S	Summit Ridge	Threadripper	Summit Ridge
Anzahl Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	8 (16), wie Speicher-/Kerntakt	6 (6), ab Werk bis 4,0 GHz	8 (16), wie Speicher-/Kerntakt	8 (16), wie Speicher-/Kerntakt	8 (16), wie Speicher-/Kerntakt
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	3,6 GHz (3,7-4,1 GHz)	2,8 GHz (3,8 bis 4,0 GHz)	3,4 GHz (3,5-3,9 GHz)	3,8 GHz (3,9-4,2 GHz)	3,0 GHz (3,2-3,75 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/64 KiByte
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	512 KiByte/16 MiByte	256 KiByte/9 MiByte	512 KiByte/16 MiByte	512 KiByte/32 MiByte	512 KiByte/16 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	4,8 Mrd., 14 nm, ca. 213 mm²	Unbekannt, 14 nm, unbekannt	4,8 Mrd., 14 nm, ca. 213 mm²	2× 4,8 Mrd., 14 nm, 2× 213 mm²	4,8 Mrd., 14 nm, ca. 213 mm²
Ausstattung (20 % der Endnote)	**2,14**	**1,84**	**2,14**	**2,05**	**2,14**
Grafikeinheit	Nicht vorhanden	UHD Gr. 630 (23 EUs, max. 1,05 GHz)	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Befehlssätze und Erweiterungen (Auswahl)	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	20× PCI-Express 3.0 (+4 f. I/O-Hub)	16× PCI-Express 3.0	20× PCI-Express 3.0 (+4 f. I/O-Hub)	64× PCI-Express 3.0	20× PCI-Express 3.0 (+4 f. I/O-Hub)
Eigenschaften (20 % der Endnote)	**1,79**	**2,61**	**1,78**	**2,53**	**1,77**
Offener Multiplikator*	Ja (bis 63,75)	Nein	Ja (bis 63,75)	Ja (bis 63,75)	Ja (bis 63,75)
Übertaktung per Referenztakt?*	Ja	Stark eingeschränkt	Ja	Ja	Ja
Speicherkanäle (u. max. Geschw.*/**)	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR	2× DDR4-2667 (kein ECC)	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR
TDP laut Hersteller**	95 Watt	65 Watt	95 Watt	180 Watt	65 Watt
Systemverbr. Leerlauf abzgl. Grafikkarte	28 Watt	19 Watt	28 Watt	51 Watt	28 Watt
Systemverbrauch (Anno/C3/TW3)**	224/326/281 Watt	208/294/277 Watt	218/315/274 Watt	250/344/317 Watt	206/296/262 Watt
Systemverbrauch Spiele (Durchschn.)**	264 Watt	255 Watt	256 Watt	289 Watt	244 Watt
Systemverbr. Anwendg. (Durchschn.)**	182 Watt	135 Watt	169 Watt	238 Watt	157 Watt
Leistung (60 % der Endnote)	**2,18**	**2,05**	**2,31**	**2,20**	**2,46**
Spieleindex (60 % der Leistungsnote)	75,7 %	91,6 %	72,9 %	73,4 %	69,9 %
Anwendungsindex (40 % der Leistungsn.)	65,6 %	49,9 %	62,3 %	67,8 %	58 %
FAZIT	⊕ Hohe Anwendungsleistung ⊕ Gute Spieleperformance ⊖ Nahe der Taktgrenze gebaut	⊕ Gute Anwendungs- und Spieleleistung, gutes PLV ⊖ Nicht OC-fähig, benötigt Z370	⊕ Gute Anwendungs- und Spieleleistung, acht Kerne plus SMT ⊕ OC auf R7-1800X-Level möglich	⊕ Sehr optionsreiche Plattform … ⊖ … die aber das einzige Kaufargument für den TR-1900X ist	⊕ Hohe Leistungsfähigkeit ⊕ OC auf R7-1800X-Level möglich ⊕ Bestes PLV der Ryzen-7-Modelle
	Wertung: **2,10**	Wertung: **2,12**	Wertung: **2,17**	Wertung: **2,24**	Wertung: **2,25**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus **Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen.

Prozessor	Intel Core i3-8350K	AMD Ryzen 5 1600	AMD Ryzen 5-2400G	Intel Core i3-8100	AMD Ryzen 3-2200G
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1697354	www.pcgh.de/preis/1604879	www.pcgh.de/preis/1758261	www.pcgh.de/preis/1699931	www.pcgh.de/preis/1758349
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. 155 €/„knapp befriedigend" (3-)	Ca. 160 €/„befriedigend" (3)	Ca. 150 €/„knapp befriedigend" (3-)	Ca. 100 €/„knapp gut" (2-)	Ca. 95 €/„knapp gut" (2-)
Für Mainboards mit …	LGA 1151v2	AM4 (Sockel 1331)	AM4 (Sockel 1331)	LGA 1151v2	AM4 (Sockel 1331)
Codename	Coffee Lake-S	Summit Ridge	Raven Ridge	Coffee Lake-S	Raven Ridge
Anzahl Kerne/Module, Uncore-/L3-Takt	4 (4)	6 (12), wie Speicher-/Kerntakt	4 (8), wie Speicher-/Kerntakt	4 (4), bis 3,3 GHz	4 (4), wie Speicher-/Kerntakt
Basistakt (Turbo für alle und einen Kern)	4,0 GHz (kein Turbo)	3,2 GHz (3,4-3,7 GHz)	3,6 GHz (3,9 GHz)	3,6 GHz (kein Turbo)	3,5 GHz (3,7 GHz)
L1-Cache (Daten/Befehle, je Kern/Modul)	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/64 KiByte	32 KiByte/32 KiByte	32 KiByte/64 KiByte
L2-Cache (je Kern/Modul)/LLC (gesamt)	256 KiByte/8 MiByte	512 KiByte/16 MiByte	512 KiByte/4 MiByte	256 KiByte/6 MiByte	512 KiByte/4 MiByte
Transistoren, Fertigung, Die-Size	Unbekannt, 14 nm, unbekannt	4,8 Mrd., 14 nm, ca. 213 mm²	4,94 Mrd., 14 nm+, ca. 210 mm²	Unbekannt, 14 nm, unbekannt	4,94 Mrd., 14 nm+, ca. 210 mm²
Ausstattung (20 % der Endnote)	**1,84**	**2,14**	**1,32**	**1,84**	**1,42**
Grafikeinheit	UHD Gr. 630 (23 EUs, max. 1,15 GHz)	Nicht vorhanden	RX Vega 11 (11 CUs, 1,25 GHz)	UHD Gr. 630 (23 EUs, max. 1,1 GHz)	Vega 8 (8 CUs, 1,1 GHz)
Befehlssätze und Erweiterungen (Auswahl)	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3	SSE bis 4.2, AVX bis 2, AES, FMA3
Integrierte PCI-Express-Lanes	16× PCI-Express 3.0	20× PCI-Express 3.0 (+4 f. I/O-Hub)	8× PCI-Express 3.0 (+4 für I/O-Hub)	16× PCI-Express 3.0	8× PCI-Express 3.0 (+4 für I/O-Hub)
Eigenschaften (20 % der Endnote)	**1,67**	**1,95**	**2,40**	**2,64**	**2,48**
Offener Multiplikator*	Ja (bis 83)	Ja (bis 63,75)	Ja (bis 63,75)	Nein	Ja (bis 63,75)
Übertaktung per Referenztakt?*	Ja	Ja	Ja	Stark eingeschränkt	Ja
Speicherkanäle (u. max. Geschw.*/**)	2 × DDR4-2400 (kein ECC)	2× DDR4-2667 SR/-2400 DR	2× DDR4-2933 SR/-2667 DR	2 × DDR4-2400 (ECC)	2× DDR4-2933 SR/-2667 DR
TDP laut Hersteller**	91 Watt	65 Watt	65 Watt	65 Watt	65 Watt
Systemverbr. Leerlauf abzgl. Grafikkarte	17 Watt	30 Watt	29 Watt	17 Watt	29 Watt
Systemverbrauch (Anno/C3/TW3)**	201/261/245 Watt	216/303/267 Watt	206/273/278 Watt	188/245/233 Watt	200/242/224 Watt
Systemverbrauch Spiele (Durchschn.)**	242 Watt	252 Watt	241 Watt	221 Watt	223 Watt
Systemverbr. Anwendg. (Durchschn.)**	113 Watt	149 Watt	143 Watt	99 Watt	121 Watt
Leistung (60 % der Endnote)	**2,61**	**2,56**	**2,90**	**2,88**	**3,18**
Spieleindex (60 % der Leistungsnote)	76,7 %	70,7 %	65 %	68,4 %	59,4 %
Anwendungsindex (40 % der Leistungsn.)	38,5 %	50,8 %	38,5 %	34,6 %	30,4 %
FAZIT	⊕ OC-Quadcore, deutlich günstiger als Vorgänger i5-7600K ⊖ Nur vier Kerne ohne SMT	⊕ Gute Anwendungs- und Spieleleistung, sechs Kerne plus SMT ⊕ Gutes PLV im Sechskern-Bereich	⊕ Schnellste integrierte Grafik ⊕ Gute Allround-Leistung ⊖ Etwas zu teuer	⊕ Gute Spiele-Leistung ⊕ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⊖ Kein OC, nur vier SMT-lose Kerne	⊕ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⊕ Sehr schnelle integrierte Grafik ⊖ Nur vier SMT-lose Kerne
	Wertung: **2,27**	Wertung: **2,36**	Wertung: **2,48**	Wertung: **2,63**	Wertung: **2,69**

* Setzt Unterstützung durch das Mainboard voraus **Angabe dient nur der Information, gewertet wird die Effizienz über alle Spiele und Anwendungen.

Pixelprozessoren

Ohne eine potente Grafikkarte läuft bei modernen Spielen nichts. In diesem Artikel erfahren Sie, welche Modelle sich lohnen und worauf Sie beim Kauf unbedingt achten sollten.

Die begrüßenswerten Fortschritte bei der Spielegrafik fordern einen naheliegenden Tribut: Hardware-Power. Alle Jahre wieder erscheinen neue Titel, welche die optische Güte und die Anforderungen steigern. Falls Ihre angestaubte Grafikkarte selbst mit reduzierten Details unter der Last von Assassin's Creed Origins, Kingdom Come: Deliverance oder Final Fantasy 15 ächzt, wird es Zeit für ein Upgrade. Doch welche Grafikkarten lohnen sich derzeit – und welche nicht?

Spaßverderber Mining …

Bevor Sie auf Shopping-Tour gehen, müssen wir Sie auf ein Problem aufmerksam machen. Grafikkarten eignen sich nicht nur zum Spielen, sondern auch für weitere, mehr oder minder sinnvolle Berechnungen. Dazu zählt auch die Idee, eine dezentrale Währung einzuführen, welche aufgrund ihrer Erzeugungsweise unter der Bezeichnung „Kryptowährung" zusammengefasst wird, aber in diversen Varianten existiert. Einige dieser sogenannten Coins (Münzen) lassen sich durch Berechnungen auf der Grafikkarte erzeugen – und hier kommen wir zum Problem.

Aufgrund des anhaltenden Booms, bei dem es schon lange nicht mehr nur um die Erzeugung der virtuellen Währungen geht, sondern auch um Wetten auf Kursänderungen, steht es um die Lieferbarkeit zahlreicher Grafikkarten seit Monaten schlecht bis katastrophal. Besonders hart trifft es AMD, deren Radeon-Modelle ganz oben auf den Einkaufslisten der Krypto-Freaks stehen. Dabei geht es den Herstellern nicht schlecht, ihre Ware ist teilweise verkauft, bevor sie übliche Endkundenkanäle erreicht – die Marktanteile bei Spielern schrumpfen jedoch. Zwischenzeitlich hat sich die Liefersituation gebessert, doch momentan befinden sich die Preise alteingesessener Modelle auf einem Allzeithoch. Das kann sich phasenweise ändern, wenn neue Chargen aus Fernost ankommen.

… setzt vor allem AMD zu

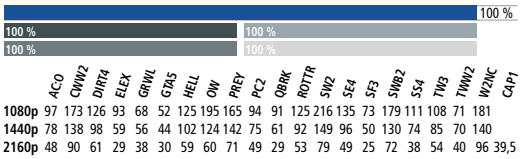
Seit August 2017 buhlen Grafikkarten der RX-Vega-Reihe um die Gunst anspruchsvoller Kunden. Bedauerlicherweise eignen sich diese Grafikkarten überdurchschnittlich gut für das Crypto Mining, sodass die Liefersituation schwach ausfällt. Interessenten müssen daher mit Wartezeiten rechnen. Wer ein Freesync-Display verwendet, für den kann sich das lohnen, denn Vega-GPUs stellen die leistungsfähigste Option dar, einen solchen Bildschirm anzusteuern. Doch die AMD-Chips haben ein weiteres Problem, auch wenn dieses angesichts der Lieferschwierigkeiten nichtig wirkt: Sie benötigen unter Last mehr Energie als vergleichbar starke Geforce-Grafikkarten. So bewegt sich eine RX Vega 64 im Bereich um 300 Watt, während eine ordinäre GTX 1080 bei 180 Watt rangiert. OC-Varianten der GTX 1080 liegen bei bis zu 260 Watt, liefern dann aber circa 15 Prozent höhere Leistungswerte ab als die Referenzkarte. Beim Vergleich der RX Vega 56 mit der (etwas schnelleren) GTX 1070 Ti steht es rund 210 zu 180 Watt. Zwar ist die Leistungsaufnahme der AMD-Karte höher, bei der Jahresabrechnung hat dieser Posten jedoch kaum Gewicht – es sei denn, Sie spielen jeden Tag stundenlang.

GPU-Leistungsindex: Top 20

BESSER ► | **Normierte Leistung** ■ Gesamtindex ■ FHD ■ WQHD ■ UHD ■ Anwendungen | Preis-Leistungs-Verhältnis (PLV): Mehr ist besser

Nvidia Titan V

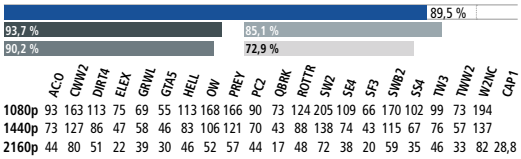
Takt: 1,42+/0,85 GHz
RAM: 12 GiB HBM2
Preis: Ca. 3.100 €
PLV: 28,0 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	97	173	126	93	68	52	125	195	165	94	91	125	216	135	73	179	111	108	71	181	
1440p	78	138	98	59	56	44	102	124	142	75	61	92	149	96	50	130	74	85	70	140	
2160p	48	90	61	29	38	30	59	60	71	49	29	53	79	49	25	72	38	54	40	96	39,5

Nvidia Titan Xp (CE)

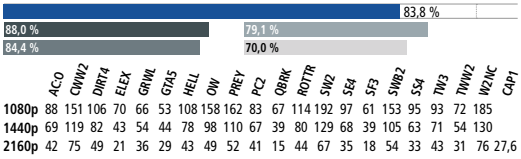
Takt: 1,56+/5,7 GHz
RAM: 12 GiB GDDR5X
Preis: Ca. 1.140 €
PLV: 68,2 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	93	163	113	75	69	55	113	168	166	90	73	124	205	109	66	170	102	99	73	194	
1440p	73	127	86	47	58	46	83	106	121	70	43	88	138	74	43	115	67	76	57	137	
2160p	44	80	51	22	39	30	46	52	57	44	17	48	72	38	20	59	35	46	33	82	28,8

Geforce GTX 1080 Ti

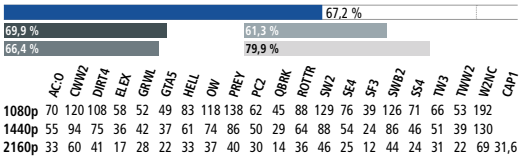
Takt: 1,65+/5,5 GHz
RAM: 11 GiB GDDR5X
Preis: Ca. 930 €
PLV: 78,2 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	88	151	106	70	66	53	108	158	162	83	67	114	192	97	61	153	95	93	72	185	
1440p	69	119	82	43	54	44	78	98	110	67	39	80	129	68	39	105	63	71	54	130	
2160p	42	75	49	21	36	29	43	49	52	41	15	44	67	35	18	54	33	43	31	76	27,6

Radeon RX Vega 64 LCE

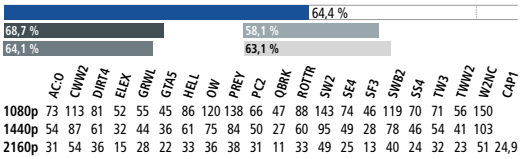
Takt: 1,53+/0,95 GHz
RAM: 8 GiB HBM2
Preis: Ca. 1.000 €
PLV: 58,5 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	70	120	108	58	52	49	83	118	138	62	45	88	129	76	39	126	71	66	53	192	
1440p	55	94	75	36	42	37	61	74	86	50	29	64	88	54	24	86	46	51	39	130	
2160p	33	60	41	17	28	22	33	37	40	30	14	36	46	25	12	44	24	31	22	69	31,6

Geforce GTX 1080

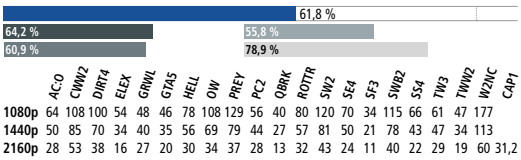
Takt: 1,63+/5,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5X
Preis: Ca. 680 €
PLV: 82,7 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	73	113	81	52	55	45	86	120	138	66	47	88	143	74	46	119	70	71	56	150	
1440p	54	87	61	32	44	36	61	75	84	50	27	60	95	49	28	78	46	54	41	103	
2160p	31	54	36	15	28	22	33	36	38	31	11	33	49	25	13	40	24	32	23	51	24,9

Radeon RX Vega 64 Air

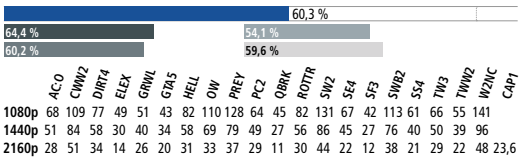
Takt: 1,34+/0,95 GHz
RAM: 8 GiB HBM2
Preis: Ca. 900 €
PLV: 59,6 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	64	108	100	54	48	46	78	108	129	56	40	80	120	70	34	115	66	61	47	177	
1440p	50	85	70	34	40	35	56	69	79	44	27	57	81	50	21	78	43	47	34	113	
2160p	28	53	38	16	27	20	30	34	37	28	13	32	43	24	11	40	22	29	19	60	31,2

Geforce GTX 1070 Ti

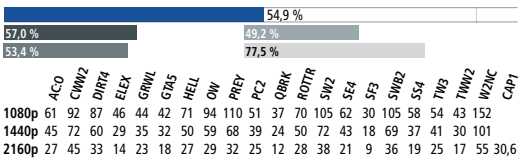
Takt: 1,72+/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 580 €
PLV: 90,3 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	68	109	77	49	51	43	82	110	128	64	45	82	131	67	42	113	61	66	55	141	
1440p	51	84	58	30	40	34	58	69	79	49	27	56	86	45	27	76	40	50	39	96	
2160p	28	51	34	14	26	20	31	33	37	29	11	30	44	22	12	38	21	29	22	48	23,6

Radeon RX Vega 56

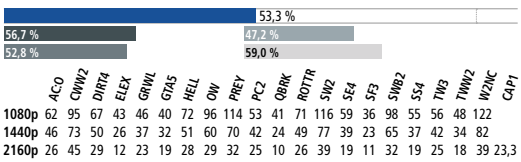
Takt: 1,21+/0,8 GHz
RAM: 8 GiB HBM2
Preis: Ca. 800 €
PLV: 59,6 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	61	92	87	46	44	42	71	94	110	51	37	70	105	62	30	105	58	54	43	152	
1440p	45	72	60	29	35	32	50	59	68	39	24	50	72	43	18	69	37	41	30	101	
2160p	27	45	33	14	23	18	27	29	32	25	12	28	38	21	9	36	19	25	17	55	30,6

Geforce GTX 1070

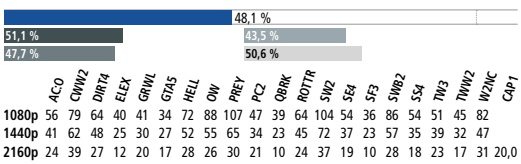
Takt: 1,60+/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 560 €
PLV: 82,6 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	62	95	67	43	46	40	72	96	114	53	41	71	116	59	36	98	55	56	48	122	
1440p	46	73	50	26	37	32	51	60	70	42	24	49	77	39	23	65	37	42	34	82	
2160p	26	45	29	12	23	19	28	29	32	25	10	26	39	19	11	32	19	25	18	39	23,3

Geforce GTX 980 Ti

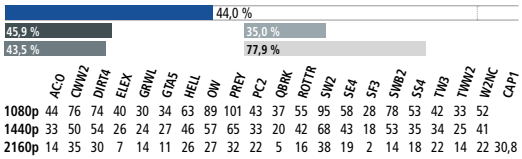
Takt: 1,04+/3,5 GHz
RAM: 6 GiB GDDR5
Preis: Ca. 480 €
PLV: 87,1 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	56	79	64	40	41	34	72	88	107	47	39	64	104	54	36	86	54	51	45	82	
1440p	41	62	48	25	30	27	52	55	65	34	23	45	72	37	23	57	35	39	32	47	
2160p	24	39	27	12	20	17	28	26	30	21	10	24	37	19	10	28	18	23	17	31	20,0

Radeon R9 Fury X

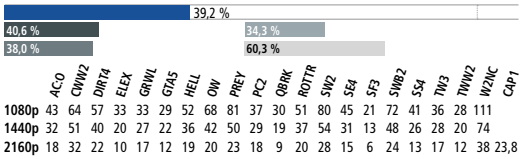
Takt: 1,05/0,5 GHz
RAM: 4 GiB HBM
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	44	76	74	40	30	34	63	89	101	43	37	55	95	58	28	78	53	42	33	52	
1440p	33	50	54	26	24	27	46	57	65	33	20	42	68	43	18	53	35	34	25	41	
2160p	14	35	30	7	14	11	26	27	32	22	5	16	38	19	2	14	18	22	14	22	30,8

Radeon RX 580/8G

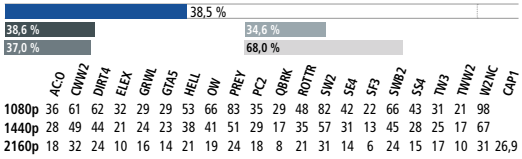
Takt: 1,34/4,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Ca. 450 €
PLV: 75,6 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	43	64	57	33	33	29	52	68	81	37	30	51	80	45	21	72	41	36	28	111	
1440p	32	51	40	20	27	22	36	42	50	29	19	37	54	31	13	48	26	28	20	74	
2160p	18	32	22	10	17	12	19	20	23	18	9	20	28	15	6	24	13	17	12	38	23,8

Radeon R9 390X

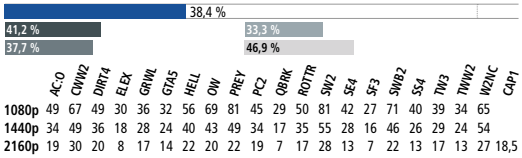
Takt: 1,05/3,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	36	61	62	32	29	29	53	66	83	35	29	48	82	42	22	66	43	31	21	98	
1440p	28	49	44	21	24	23	38	41	51	29	17	35	57	31	13	45	28	25	17	67	
2160p	18	32	24	10	16	14	21	19	24	18	8	21	31	14	6	24	15	17	10	31	26,9

Geforce GTX 1060/6G

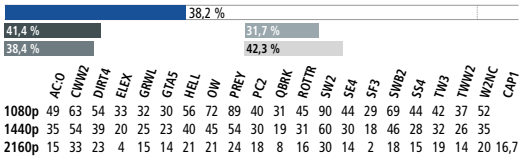
Takt: 1,70+/4,0 GHz
RAM: 6 GiB GDDR5
Preis: Ca. 340 €
PLV: 100,0 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	49	67	49	30	36	32	56	69	81	45	29	50	81	42	27	71	40	39	34	65	
1440p	34	49	36	18	28	24	40	43	49	34	17	35	55	28	16	46	26	29	24	54	
2160p	19	30	20	8	17	14	22	20	22	19	7	17	28	13	7	22	13	17	13	27	18,5

Geforce GTX 980

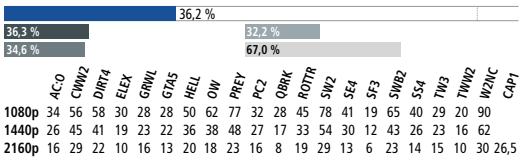
Takt: 1,17+/3,5 GHz
RAM: 4 GiB GDDR5
Preis: Ca. 480 €
PLV: 69,0 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	49	63	54	33	32	30	56	72	89	40	31	45	90	44	29	69	44	42	37	52	
1440p	35	54	39	20	25	23	40	45	54	30	19	31	60	30	18	46	28	32	26	35	
2160p	15	33	23	4	15	14	21	21	24	18	8	16	30	14	2	18	15	19	14	20	16,7

Radeon R9 390

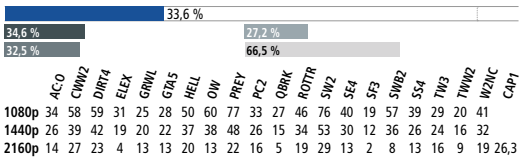
Takt: 1,0/3,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR5
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	34	56	58	30	28	28	50	62	77	32	28	45	78	41	19	65	40	29	20	90	
1440p	26	45	41	19	23	22	36	38	48	27	17	33	54	30	12	43	26	23	16	62	
2160p	16	29	22	10	16	13	20	18	23	16	8	19	29	13	6	23	14	15	10	30	26,5

Radeon R9 290X

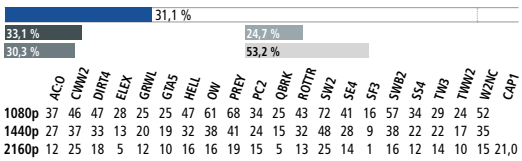
Takt: 0,98+/2,5 GHz
RAM: 4 GiB GDDR5
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	34	58	59	31	25	28	50	60	77	33	27	46	76	40	19	57	39	29	20	41	
1440p	26	39	42	19	20	22	37	38	48	26	15	34	53	30	12	36	26	24	16	32	
2160p	14	27	23	4	13	13	20	13	22	16	5	19	29	13	2	8	13	16	9	19	26,3

Radeon RX 570/4G

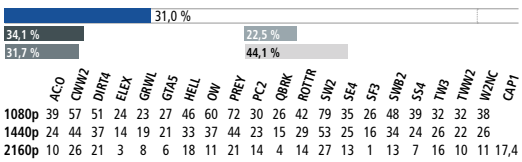
Takt: 1,25/3,5 GHz
RAM: 4 GiB GDDR5
Preis: Ca. 350 €
PLV: 77,3 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	37	46	47	28	25	25	47	61	68	34	25	43	72	41	16	57	34	29	24	52	
1440p	27	37	33	13	20	19	32	38	41	24	15	32	48	28	9	38	22	22	17	35	
2160p	12	25	18	5	12	10	16	16	19	15	5	13	25	14	1	16	12	14	10	15	21,0

Geforce GTX 780 Ti

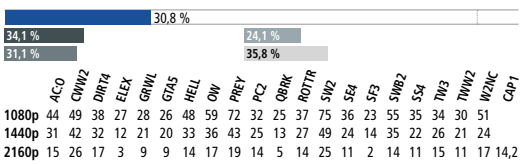
Takt: 0,95+/3,5 GHz
RAM: 3 GiB GDDR5
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	39	57	51	24	23	27	46	60	72	30	26	42	79	35	26	48	39	32	32	38	
1440p	24	44	37	14	19	21	33	37	44	23	15	29	53	25	16	34	24	26	22	26	
2160p	10	26	21	3	8	6	18	11	21	14	4	14	27	13	1	13	7	16	10	11	17,4

Geforce GTX 970

Takt: 1,14+/3,5 GHz
RAM: 3,5+0,5 GiB GDDR5
Preis: Ca. 350 €
PLV: 76,5 %



	AC:O	CWW2	DIRT4	ELEX	GRWL	GTA5	HELL	OW	PREY	PC2	QBRK	ROTTR	SW2	SE4	SF3	SWBF2	SS4	TW3	TWW2	W2NC	CAP1
1080p	44	49	38	27	28	26	48	59	72	32	25	37	75	36	23	55	35	34	30	51	
1440p	31	42	32	12	21	20	33	36	43	25	13	27	49	24	14	35	22	26	21	24	
2160p	15	26	17	3	9	9	14	17	19	14	5	14	25	11	2	14	11	15	11	17	14,2

System: Core i7-6800K @ 4,4 GHz (LLC: 3,6 GHz), MSI X99A Tomahawk, 4 × 8 GiB Corsair DDR4-3000 (1T); Windows 10 (v1709, x64); anisotroper Filter auf Standard („Qualität"); Vsync aus.
Spiele-Anwendungsnamen: AC:O: Assassin's Creed Origins, CWW 2: Call of Duty WW 2, Dirt 4, Elex, GRWL: Ghost Recon Wildlands, GTA 5: Grand Theft Auto 5, HELL: Hellblade, OW: Overwatch, Prey, PC 2: Project Cars 2, QBRK: Quantum Break, ROTTR: Rise of the Tomb Raider, SW 2: Shadow Warrior 2, SE 4: Sniper Elite 4, SF 3: Spellforce 3, SWBF 2: Star Wars Battlefront 2, SS 4: Sudden Strike 4, TW 3: The Witcher 3, TWW 2: Total War Warhammer 2, W2NC: Wolfenstein 2, CAP1: Capture One 11. Angabe auf die nächste Ganzzahl gerundeter Fps, außer CAP1, hier Megapixel/s.
Die Anwendungsleistung fließt mit 1/21 Gewicht (~4,76 %) nur in den Gesamtindex (blauer Balken) ein.

Rund 40 Modelle im Test

Nicht immer kann man sich den Zeitpunkt des Grafikkartenkaufs aussuchen oder verschieben – etwa dann, wenn der Pixelknecht gerade das Zeitliche gesegnet hat. Selbstverständlich werden die verfügbaren Grafikkarten auch nicht schlechter, sie weisen lediglich ein schlechteres Preis-Leistungs-Verhältnis auf als vor einem Jahr.

Wir eröffnen diese Übersicht bei der 150-Euro-Marke. In diesem Segment sind einige Modelle vertreten, doch nicht jedes ist zum Spielen aktueller Titel optimal geeignet. Das gilt auch für ein Modell, das wir trotz des geringen Preises ausgeklammert haben: die Geforce GTX 1060 3GB. Ihre Achillesferse ist und bleibt der Speicher: Seit 2015 häufen sich die Spiele, welche für maximale Details nach mehr als den installierten 3 GiByte verlangen. Pikant ist, dass der Speichermangel von modernen Spiele-Engines kaschiert wird: Bevor die Bildrate empfindlich abfällt, werden Texturdetails weggelassen, moderne Spiele werden folglich zuerst unansehnlich und erst dann wirklich ruckelig. Wir können Ihnen daher nicht zu diesem Geforce-Modell raten – die GTX 1050 Ti mit ihren 4 GiByte ist das deutlich ausgewogenere Produkt.

Erst bei den Grafikkarten jenseits der 300-Euro-Marke werden Spieler rundum glücklich, denn hier wartet nicht nur die GTX 1060 mit 6 GiByte, sondern auch AMDs Radeon RX 580, welche standardmäßig über 8 GiByte verfügt.

Basierend auf unzähligen Spieletests während des Jahres 2017 und den ersten 2018er-Blockbustern rund um Kingdom Come: Deliverance und Final Fantasy 15 können wir nur für Grafikkarten mit 8 GiByte Speicher eine klare Kaufempfehlung aussprechen. Diese Kapazität genügt ohne Ausnahme bis hinauf zur Ultra-HD-Auflösung. Die Entscheidung AMDs und Nvidias, die Radeon RX Vega 64/56 respektive Geforce GTX 1080/1070 (Ti) ausschließlich mit 8 GiByte auszustatten, ist somit zu begrüßen.

Wer gar zu einer Geforce GTX 1080 Ti mit stets 11 GiByte oder Titan V/Xp mit 12 GiByte greift, ist selbst Härtefällen (wie FF15 mit allen Effekten am Anschlag unter Ultra HD) gewachsen. Gaming-Grafikkarten mit einer noch größeren Kapazität sind derzeit nicht in Sicht, wir gehen jedoch davon aus, dass Nvidias Ampere- bzw. Turing-Chips, welche für den Sommer erwartet werden, zumindest teilweise mit 16 GiByte antreten.

Kaum Konkurrenz obenrum

Wer eine möglichst schnelle Grafikkarte sucht, muss tief in die Tasche greifen. Nvidia ist mit dem GP102-Chip ein großer Wurf gelungen, die damit bestückten Modelle Geforce GTX 1080 Ti und Titan Xp setzen sich deutlich von der Oberklasse ab und dominieren das High-End-Segment. Die gute Nachricht lautet, dass Sie die 1.140 Euro teure Titan Xp angesichts der vielen gleich schnellen GTX-1080-Ti-Herstellerdesigns ignorieren können. Letztere punkten mit guten bis sehr guten Kühlern. Waren diese Grafikkarten lange Zeit uninteressant für die Krypto-Fanatiker, sieht es mittlerweile leider anders aus und die Preise für Ti-Chips steigen langsam, aber sicher in vierstellige Gefilde.

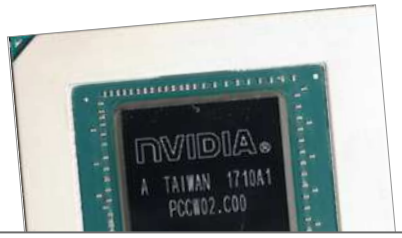
Alternativen aus dem Hause AMD existieren auf absehbare Zeit nicht, die derzeitigen Modelle der RX-Vega-Reihe können es lediglich mit der Geforce GTX 1080 und GTX 1070 Ti aufnehmen und die Marschroute des Herstellers deutet an, dass das bis zum Jahr 2019 so bleiben wird. Bei Nvidia sieht das anders aus: Die Kalifornier präsentierten mit der Titan V nicht nur ein Produkt, das den Abstand zum Mitbewerber AMD weiter ausbaut, sondern zugleich eines, das jeden bisher gekannten Preispunkt für eine Endkundengrafikkarte sprengt. 3.100 Euro werden für den neuen Titanen fällig – eine stattliche Summe für all jene, die damit lediglich spielen möchten. Nvidia bewirbt die Grafikkarte für (semi-) professionelle Einsatzzwecke, wie Bild- und Videobearbeitung, wo sie zweifellos rasant zu Werke geht.

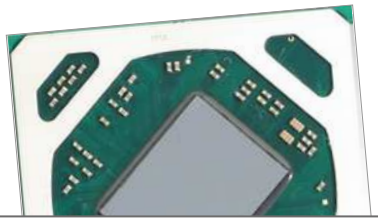
Wir haben alle Titan-Grafikkarten aufgrund des schwachen Preis-Leistungs-Verhältnisses ausgeklammert. Wer das nötige Geld entbehren kann, erhält Leistung satt, muss sich jedoch auf ein hörbares Belüftungsgeräusch einstellen. Sie finden die aktuellen Modelle exklusiv auf der Nvidia-Website unter www.nvidia.de/shop. *(rv)*

Fazit

Grafikkarten-Kaufberatung

Moderne Grafikkarten machen alles besser als alte, daran gibt es nichts zu rütteln. Je älter Ihr Pixelschubser ist, desto eher lohnt es sich, in eine moderne Nvidia Geforce oder AMD Radeon zu investieren. Das gilt insbesondere, wenn Sie in den Genuss von einer variablen Bildaktualisierungsrate (Freesync/G-Sync), High Dynamic Range (HDR) oder Virtueller Realität (VR) kommen möchten. Die aktuelle Preislage ist jedoch hoch.





Pro-Liste Nvidia:

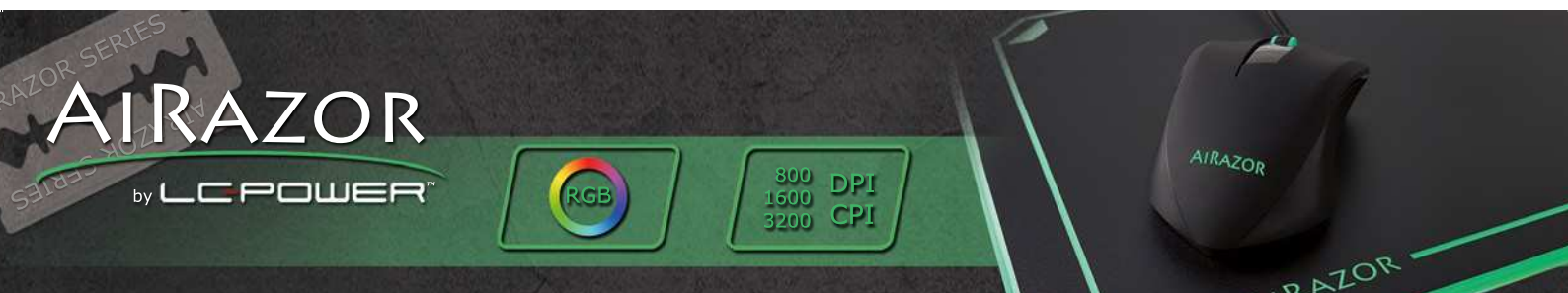
Kaufen Sie eine Geforce, wenn Sie ...

- ... ein G-Sync-Display besitzen oder kaufen möchten.
- ... Wert auf CUDA legen (u. a. GPU-Physx wie in Mafia 2, Batman: Arkham Knight und Borderlands 2).
- ... diverse Spiele (u. a. GTA 5, AC Syndicate und Watch Dogs 2) mit dem hochwertigen TXAA aufwerten möchten.
- ... das flexibelste Downsampling (DSR) in allen Spielen nutzen möchten.
- ... Zugriff auf AA-/SLI-Bits, versteckte Anti-Aliasing-Modi etc. für alte DX9-Spiele wünschen (benötigt das 3rd-Party-Tool Nvidia Inspector).
- ... sich die Option auf SLI (Multi-GPU) offenhalten wollen.

Pro-Liste AMD:

Kaufen Sie eine Radeon, wenn Sie ...

- ... ein Freesync-Display nutzen möchten. Die Auswahl ist riesig.
- ... im Rahmen des Treiberlieferumfangs übertakten und Videos/Screenshots erstellen möchten (Radeon Overlay, Wattman und Relive) – ohne Registrierung.
- ... das intelligente Frame-Limit namens Radeon Chill nutzen wollen – das spart Strom und senkt außerdem die Lautheit der Grafikkarte.
- ... auf die Vorteile der Mantle-API (u. a. in Dragon Age Inquisition und Plants versus Zombies: Garden Warfare) aus sind.
- ... AMDs Virtual Super Resolution (VSR) nutzen möchten – funktioniert im Gegensatz zu DSR jedoch nicht mit allen Bildschirmen, u. a. 21:9-Support fehlt.
- ... Crossfire X (Multi-GPU) nutzen möchten.



Karten für 200, 500 und 900 Euro: Diese Qualität gibt's bei 60 Fps

Eine schnelle Grafikkarte erreicht höhere Bildraten als eine langsame, das ist bekannt. Ein Upgrade der GPU kann jedoch zu einem unausgewogenen System führen – wenn der Hauptprozessor limitiert, steigt die Bildrate nicht wie erhofft. Es gibt Auswege aus diesem Dilemma: Höhere bzw. „zu hohe" Grafikleistung lässt sich immer in ein hübscheres Bild investieren. Bei einem Prozessor funktioniert das nicht, hier lassen sich nicht mal eben eine höhere Sichtweite oder eine bessere künstliche Intelligenz (KI) zuschalten. Am effektivsten, jedoch mit weiterem Finanzaufwand verbunden, ist der Wechsel auf einen feiner auflösenden Bildschirm: Ultra HD (3.840 × 2.160 Pixel) oder Ultrawide-QHD (3.440 × 1.440) verpassen jedem Spiel einen neuen Anstrich – bestimmt finden Sie in diesem Heft ein Modell nach Ihrem Geschmack.

Doch auch mit demselben Monitor sind beachtliche Qualitätssprünge möglich. Aktivieren Sie in den Grafiktreibern Dynamic Super Resolution (DSR; Nvidia Geforce) respektive Virtual Super Resolution (VSR; AMD Radeon), können Sie in Spielen höhere Pixelmengen berechnen lassen. Das Bild wird vor der Ausgabe heruntergerechnet und erstrahlt in neuem Glanz. Im Bildvergleich unten haben wir einen anderen Ansatz verfolgt: Drei Grafikkarten – circa 200, 500 und 900 Euro teuer – sollen den Rollenspiel-Hit Kingdom Come: Deliverance mit rund 60 Fps und natürlich möglichst sehenswert darstellen. Das Ergebnis der Visualisierung ist nicht überraschend: Je mehr Geld Sie investieren, desto hübscher erstrahlt das virtuelle Mittelalter. Die Frage, was man an Qualität „braucht", müssen Sie für sich selbst beantworten.

Geforce GTX 1050 Ti

Radeon RX Vega 56 OC oder Geforce GTX 1070 Ti

Geforce GTX 1080 Ti OC

MSI RX 580 Gaming X 8G:
Allem gewachsen

Während kein Zweifel daran besteht, dass man auch mit einer 200-Euro-Grafikkarte viel Spaß haben kann, raten wir Neukäufern dazu, etwas höher einzusteigen – etwa bei der Radeon RX 580. Die MSI-Variante der Radeon-Mittelklasse gehört zu den besten am Markt, da sie 8 GiByte Grafikspeicher mit einer sanften Übertaktung und einem gelungenen Kühldesign kombiniert. Letzteres ist keineswegs selbstverständlich, einige Modelle mit der zugrunde liegenden Polaris-Architektur erzeugen eine störende Lautheit unter Spielelast. Nicht so die MSI Gaming X 8G: Im Leerlauf stehen ihre beiden 95-Millimeter-Lüfter still, sodass absolute Stille herrscht. Unter Last wird eine maximale Lautheit von guten 2,0 Sone erzeugt. Die Leistungsaufnahme beträgt dabei höchstens 205 Watt, was kein gängiges Netzteil überfordert. Wer möchte, kann über die MSI Gaming App drei verschiedene Taktprofile laden oder mittels Afterburner-Tool übertakten.

ab ca. € 460,-

Sapphire RX Vega 56 Pulse
Kraftvolle Oberklasse

Die Holzhammer-Methode ist nur selten die beste. Das weiß auch Sapphire, deren neueste Grafikkarte vernünftiger wirkt als die anderen Vega-Varianten in diesem Vergleichstest. Die Radeon RX Vega 56 Pulse begnügt sich mit einem effektiv 2,5 Slots hohen Kühler (4,5 cm) und moderatem Powerlimit, anstatt ein geringes Leistungsplus gegen enormen Energiehunger einzutauschen. Besonders interessant an diesem Modell ist die „Nano-Platine": Das PCB ist lediglich 15,2 cm lang – der Radiator überragt es um genau 13 cm und führt somit zur Gesamtlänge von 28,2 cm. Der Kühler befördert die Abwärme folglich besonders effektiv durch seine freiliegenden Lamellen nach oben, wo der Prozessorkühler (und hoffentlich mindestens ein Gehäuselüfter) für den Abtransport aus dem Innenraum sorgt. Vega-typisch liefert Sapphire die Pulse weiterhin mit zwei Firmwares aus, welche sich über einen kleinen Schalter an der Oberseite wechseln lassen.

ab ca. € 800,-

Zotac GTX 1080 Ti Mini:
Ein wahrer Kampfzwerg

Man sieht es ihr nicht auf den ersten Blick an, aber die GTX 1080 Ti Mini aus dem Hause Zotac hat es faustdick hinter den Lamellen. Mit nur 21,1 Zentimetern Länge handelt sich um die kompakteste Geforce GTX 1080 Ti am Markt. Zum Vergleich: Letztere bringt es auf 26,7 cm, die große Zotac-Schwester im „AMP Extreme"-Design sogar auf 31,0 cm. Selbstverständlich gibt es die Schrumpfkur nicht umsonst, die mit besonders starken und voluminösen Kühlern ausgestatteten Modelle erzielen eine höhere Leistung. Nvidias Founders Edition ist für die Zotac Mini jedoch kein Problem, sie erreicht im PCGH-Test minimal höhere GPU-Boosts bei vergleichbarer Lautheit und Temperatur. Somit ist der Zwerg die ideale Karte für alle, die High-End-Grafikleistung möglichst platzsparend unterbringen möchten. Ordentliche Belüftung im Gehäuse ist aufgrund der 250 Watt großen Leistungsaufnahme jedoch Pflicht.

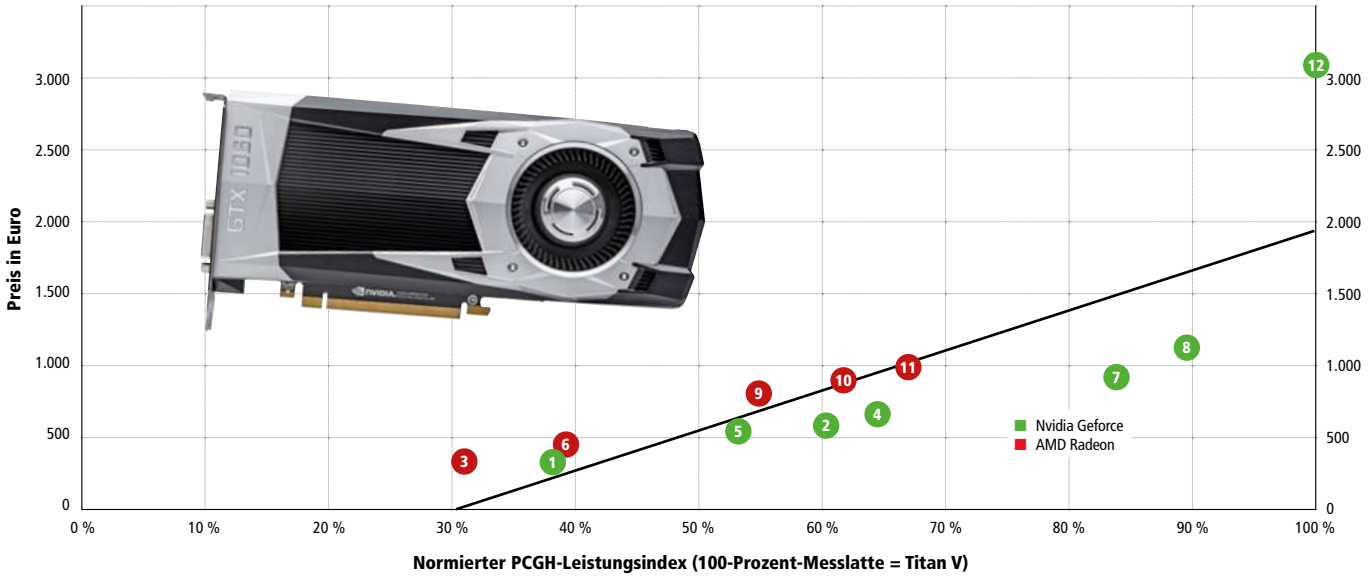
ab ca. € 890,-

MSI GTX 1080 Ti Gaming X 11G:
Wenn Höchstleistung gefragt ist

Wer sich gerade ein Ultra-HD-Display gekauft hat oder einfach möglichst flüssig spielen möchte, liegt mit einer Geforce GTX 1080 Ti trotz des hohen Preises goldrichtig. Die Gaming X 11G setzt sich in Sachen Leistung und vor allem Kühlung deutlich von der Nvidia-Vorlage ab. Wer sich für die MSI-Variante entscheidet, erhält eines der besten, wenn auch platzhungrigsten Kühlerdesigns dieser Generation. Das verhilft der Karte primär zu einem sehr guten Verhältnis aus Temperatur und Lautheit (höchstens 72 °C bei 1,9 Sone) und, daraus resultierend, auch zu einem sehr hohen Boost: Während des Spielens rendert die GTX 1080 Ti Gaming X 11G mit mindestens 1.810 MHz – Nvidias Founders Edition fällt auf bis zu 1.550 MHz. Diese Kraft kommt bei MSI auch durch das angehobene Powerlimit, 280 Watt (statt 250) fließen maximal durch das Netzteil, welches ausreichend dimensioniert sein sollte. Empfehlungen finden Sie in diesem Heft.

ab ca. € 1.040,-

Grafikkarten: Preis-Leistungs-Verhältnis in der Übersicht



	Grafikkarte	Index Preis/ Leistung	Leistungs-index	Index Anwen-dungen	Circa-Preis in Euro
1	Nvidia Geforce GTX 1060/6G	100,0%	38,4%	46,9%	340
2	Nvidia Geforce GTX 1070 Ti/8G	90,3%	60,3%	59,6%	580
3	AMD Radeon RX 570/4G	83,5%	31,1%	53,2%	330
4	Nvidia Geforce GTX 1080/8G	82,7%	64,4%	63,1%	680
5	Nvidia Geforce GTX 1070/8G	82,6%	53,3%	59,0%	560
6	AMD Radeon RX 580/8G	79,0%	39,2%	60,3%	430

	Grafikkarte	Index Preis/ Leistung	Leistungs-index	Index Anwen-dungen	Circa-Preis in Euro
7	Nvidia Geforce GTX 1080 Ti/11G	78,2%	83,8%	70,0%	930
8	Nvidia Titan Xp Collector's Ed./12G	68,2%	89,5%	72,9%	1.138
9	AMD Radeon RX Vega 56/8G	59,6%	54,9%	77,5%	800
10	AMD Radeon RX Vega 64 Air/8G	59,6%	61,8%	78,9%	900
11	AMD Radeon RX Vega 64 LCE/8G	58,5%	67,2%	79,9%	1.000
12	Nvidia Titan V/12G	28,0%	100,0%	100,0%	3.100

Basis: PCGH-Leistungsindex 2018 in Relation zum bei Redaktionsschluss aktuellen Marktpreis. Aufgrund des Minings sind viele Modelle derzeit rar und/oder überteuert. Schwarzer Strich: Lineare Trendlinie

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1080 Ti Gaming X 11G	GTX 1080 Ti Strix OC (O11G)	GTX 1080 Ti Aorus Xtreme Edition
Hersteller/Website	MSI (http://de.msi.com)	Asus (www.asus.com/de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.040,-/mangelhaft	Ca. € 1.080,-/mangelhaft	Ca. € 1.100,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1599330	www.pcgh.de/preis/1587607	www.pcgh.de/preis/1598560
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1080 Ti; GP102-350-K1 (16 nm)	Geforce GTX 1080 Ti; GP102-350-K1 (16 nm)	Geforce GTX 1080 Ti; GP102-350-K1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	3.584/224/88	3.584/224/88	3.584/224/88
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	203/405 MHz (0,650 VGPU)	240/405 MHz (0,650 VGPU)	278/405 MHz (0,650 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.544 (Boost: 1.810+)/1.377 MHz (+17/0 % OC)	1.569 (Boost: 1.823+)/1.377 MHz (+18/0 % OC)	1.607 (Boost: 1.747+)/1.404 MHz (+13/+2 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,38**	**2,43**	**2,38**
Speichermenge/Anbindung	11.264 MiByte (352 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)
Speicherart/Hersteller	11-Gbps-GDDR5X (Micron MT58K256M321-JA110)	11-Gbps-GDDR5X (Micron MT58K256M321-JA110)	11-Gbps-GDDR5X (Micron MT58K256M321-JA110)
Monitoranschlüsse	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 3 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Twin Frozr VI, 2,5-Slot, 5 Heatp. (1 × 8, 4 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radi bedeckt VRMs, Platte für RAM; Backplate (o. Pads)	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 90 mm axial, Kühlplatte für VRMs und RAM; Backplate (ohne Pads)	Eigendesign, Triple-Slot, 6 Heatp. (5 × 8, 1 × 6 mm), 3 × 95 mm axial, Radiator bedeckt VRMs/RAM + Backplate (inkl. Pads)
Software/Tools/Spiele	Afterburner & Gaming App (Tweak-Tools), Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	–
Handbuch; Garantie	Als Comic (englisch); 3 Jahre	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre	Gedruckt (deutsch); 4 Jahre nach Registrierung bei Gigabyte
Kabel/Adapter/Beigaben	1 × Strom: 6-auf-8-Pol; Aufkleber	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Kabelbinder	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Aufkleber
Sonstiges	Breites Custom-PCB mit 8+2 Phasen; Lüfter drehen ab ~64 °C an; TDP: 280 Watt; bootet aktiv; Zusatzmodi via Gaming App	Breites Custom-PCB (10+2 Phasen, Volt-Messpunkte, 2 Fan-An-schlüsse), TDP: 275 Watt; Lüfter drehen ab ~58 °C	Breites Custom-PCB mit 12+2 Phasen; „VR Link" (viele HDMI-Ports); TDP: 250 Watt; Lüfter drehen ab ~58 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,12**	**2,23**	**2,16**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	44/72/72 Grad Celsius	46/70/70 Grad Celsius	45/72/72 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,9 (59 %)/1,9 (59 %) Sone	0,0 (passiv)/2,2 (45 %)/2,2 (45 %) Sone	0,0 (passiv)/1,7 (57 %)/1,8 (58 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	15/22/17 Watt	16/22/19 Watt	18/26/20 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	277/280/283 Watt	260/276/277 Watt	250/251/252 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 117 % (= 330W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % (= 330W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 150 % (= 375W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	27,8 (PCB: 27,8×12,8)/4,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	30,0 (PCB: 28,1×11,8)/4,6 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	29,3 (PCB: 26,7×11,0)/5,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,39**	**1,35**	**1,39**
FAZIT	⊕ Starker, leiser Kühler ⊕ 3 Betriebsmodi via Gaming App ⊖ Platzbedarf im Gehäuse	⊕ Sehr schnell ⊕ Spezialfunktionen für Tuner ⊖ RAM-/VRM-Kühlung etwas schwach	⊕ Kompromissloser, sehr guter Kühler ⊕ Bis zu 375W Powerbudget ⊖ Platzbedarf im Gehäuse (Triple-Slot)
	Wertung: **1,72**	Wertung: **1,73**	Wertung: **1,74**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1080 Ti AMP! Extreme	GTX 1080 Ti Mini	GTX 1080 AMP! Extreme
Hersteller/Website	Zotac (www.zotac.com)	Zotac (www.zotac.com)	Zotac (www.zotac.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.100,-/mangelhaft	Ca. € 890,-/mangelhaft	Ca. € 800,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1593440	www.pcgh.de/preis/1638562	www.pcgh.de/preis/1449220
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1080 Ti; GP102-350-K1 (16 nm)	Geforce GTX 1080 Ti; GP102-350-K1 (16 nm)	Geforce GTX 1080; GP104-400-A1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	3.584/224/88	3.584/224/88	2.560/160/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	278/405 MHz (0,650 VGPU)	139/405 MHz (0,687 VGPU)	316/405 MHz (0,625 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.645 (Boost: 1.898+)/1.400 MHz (+22/+2 % OC)	1.506 (Boost: 1.709+)/1.377 MHz (+10/0 % OC)	1.772 (Boost: 1.987+)/1.350 MHz (+15/+8 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,48**	**2,30**	**2,50**
Speichermenge/Anbindung	11.264 MiByte (352 Bit)	11.264 MiByte (352 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	11-Gbps-GDDR5X (Micron MT58K256M321-JA110)	11-Gbps-GDDR5X (Micron MT58K256M321-JA110)	10-Gbps-GDDR5X (Micron 6HA77 Z9TXT)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Ice Storm, Triple-Slot, 6 Heatp. (5 × 8, 1 × 6 mm), 3 × 90 mm axial, Radi bedeckt RAM; VRM-Profil; Backplate (ohne Pads)	Eigendesign, Dual-Slot, 5 Heatpipes à 6 mm, 1 × 100 mm + 1 × 90 mm axial, Radiator bedeckt RAM & VRMs; Backplate (o. Pads)	Icestorm, Triple-Slot, 6 Heatp. (4 × 8 mm, 2 × 6 mm), 3 × 85 mm axial, Korpus bedeckt RAM, VRM-Kühler + Backplate (o. Pads)
Software/Tools/Spiele	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (dt.); 5 Jahre nach Registrierung bei Zotac	Faltblatt (dt.); 5 Jahre nach Registrierung bei Zotac	Gedruckt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrierung bei Zotac)
Kabel/Adapter/Beigaben	2 × enthalten: 2×6-auf-8-Pol-Strom	2 × enthalten: 2×6-auf-8-Pol-Strom	2 × enthalten: 2×6-auf-8-Pol-Strom
Sonstiges	Breites Custom-PCB; Lüfter drehen ab ~52 °C an; ausgelesene TDP: 320 Watt	Custom-PCB mit 6 Doppel-Phasen (GPU); TDP: 250 Watt; Lüfter drehen auch im Leerlauf; minimales Powerlimit: 125 Watt	Custom-PCB mit 12 cm Breite (10 Phasen); ausgelesene TDP: 270 Watt; Lüfter drehen ab ~57 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,42**	**2,67**	**2,16**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	45/71/71 Grad Celsius	30/83/83 Grad Celsius	39/75/75 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/3,6 (70 %)/3,6 (70 %) Sone	1,6 (44 %)/4,0 (67 %)/4,0 (67 %) Sone	0,0 (passiv)/1,7 (37 %)/1,9 (39 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	16/24/19 Watt	14/22/16 Watt	10/15/12 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	272/319/326 Watt	251/252/255 Watt	202/259/275 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % (= 384W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % (= 300W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % (= 326W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	31,0 (PCB: 28,0×12,8)/5,3 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	21,1 (PCB: 20,0×10,1)/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	31,2 (PCB: 28,1)/5,0 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**1,29**	**1,48**	**1,98**
FAZIT	⊕ Knapp die schnellste GTX 1080 Ti ⊕ Bis zu 5 Jahre Garantie ⊖ Großer Platzbedarf im Gehäuse	⊕ Kleinste GTX 1080 Ti (passt in fast jedes Gehäuse) ⊕ Bis zu 5 Jahre Garantie ⊖ Lautstärke im Leerlauf	⊕ Schnellste GTX 1080 … ⊕ … und außerdem leise & kühl ⊖ Leistungsaufnahme & Platzbedarf
	Wertung: **1,75**	Wertung: **1,88**	Wertung: **2,12**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1080 Game Rock Premium	GTX 1080 Gaming X 8G	GTX 1080 Strix O8G
Hersteller/Website	Palit (www.palit.biz)	MSI (http://de.msi.com)	Asus (www.asus.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 760,-/ausreichend	Ca. € 750,-/ausreichend	Ca. € 720,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1449283	www.pcgh.de/preis/1449271	www.pcgh.de/preis/1449229
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1080; GP104-400-A1 (16 nm)	Geforce GTX 1080; GP104-400-A1 (16 nm)	Geforce GTX 1080; GP104-400-A1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.560/160/64	2.560/160/64	2.560/160/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	291/405 MHz (0,625 VGPU)	215/405 MHz (0,625 VGPU)	291/405 MHz (0,625 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.747 (Boost: 1.911+)/1.315 MHz (+9/+5 % OC)	1.683 (Boost: 1.886+)/1.251 MHz (+9/0 % OC)	1.759 (Boost: 1.898+)/1.251 MHz (+10/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,60**	**2,48**	**2,48**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	10-Gbps-GDDR5X (Micron 6HA77 Z9TXT)	10-Gbps-GDDR5X (Micron 6HA77 Z9TXT)	10-Gbps-GDDR5X (Micron 6HA77 Z9TXT)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot (!), 5 Heatp. (3 × 8, 2 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radiator bedeckt VRMs/RAM + Backplate (o. Pads)	Twin Frozr VI, Dual-Slot, 6 Heatp. (1 × 8 mm, 5 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, VRM-/RAM-Kühler + Backplate (o. Pads)	Direct CU 3, Dual-Slot, 5 Heatp. (4 × 8, 1 × 6 mm), 3 × 90 mm axial, VRM-/RAM-Kühler + Backplate (ohne Pads)
Software/Tools/Spiele	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber	Afterburner & Gaming App (Tweak-Tools), Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol	Aufkleber	Kabelbinder (Stoff); Code für World of Warships
Sonstiges	Custom-PCB mit 12 cm Höhe (8+2 Phasen), Dual-BIOS, Spannungsmessp.; TDP 200 Watt; Lüfter gehen ab ~53 °C an	Custom-PCB mit 12,7 cm Höhe (10 Phasen); ausgelesene TDP: 240 Watt; Lüfter gehen ab ~63 °C an	Custom-PCB mit 11,8 cm Höhe (10 Ph.); TDP 198 Watt; Lüfter gehen ab ~57 °C an; 2 Lüfteranschlüsse am Heck
Eigenschaften (20 %)	**2,02**	**2,16**	**2,20**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	35/71/71 Grad Celsius	45/74/74 Grad Celsius	42/70/70 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,5 (43 %)/1,5 (43 %) Sone	0,0 (passiv)/2,3 (59 %)/2,3 (59 %) Sone	0,0 (passiv)/3,6 (54 %)/3,6 (54 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	7,5/11/9 Watt	13/15/14 Watt	8/14/11 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	198/220/220 Watt	192/235/245 Watt	195/199/202 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % (= 240W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 121 % (= 291W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % (= 238W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	28,5 (PCB: 26,7)/5,2 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	27,7 (PCB: 27,7)/3,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	29,9 (PCB: 28,5)/3,6 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,04**	**2,10**	**2,10**
FAZIT	⊕ Sehr leise & sehr schnell ⊕ Dual-BIOS ⊖ Klobiger Kühler	⊕ Powerlimit erlaubt freies Overclocking ⊕ 3 Betriebsmodi via Gaming App ⊖ Relativ hoher Verbrauch	⊕ Lüfteranschlüsse am Heck ⊕ Kühler mit viel Potenzial … ⊖ … aber unter Last relativ laut
	Wertung: **2,15**	Wertung: **2,19**	Wertung: **2,20**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1070 Ti Strix Advanced (A8G)	GTX 1070 Ti FTW2 Gaming	RX Vega 64 Liquid Cooled Edition
Hersteller/Website	Asus (www.asus.com/de)	EVGA (de.evga.com)	Sapphire (www.sapphiretech.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 680,-/ausreichend	Ca. € 760,-/ausreichend	Ca. € 1.100,-/ungenügend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1717551	www.pcgh.de/preis/1717574	www.pcgh.de/preis/1664784
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1070 Ti; GP104-300-A1 (16 nm)	Geforce GTX 1070 Ti; GP104-300-A1 (16 nm)	Radeon RX Vega 64; Vega 10 XTX A1 (14 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.432/152/64	2.432/152/64	4.096/256/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	139/405 MHz (0,650 VGPU)	139/405 MHz (0,650 VGPU)	26-42/167 MHz (0,762 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.683 (Boost: 1.797+)/4.007 MHz (effektiv +5/0 % OC)	1.721 (Boost: 1.886+)/4.007 MHz (effektiv +10/0 % OC)	1.520+ (max. Boost: 1.750)/945 MHz (kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,48**	**2,38**	**2,55**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (2.048 Bit)
Speicherart/Hersteller	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)
Monitoranschlüsse	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 5 Heatp. à 6 mm Durchmesser, 3 × 90 mm axial, Radiator bedeckt VRMs & RAM; Backplate (o. Pads)	Eigendesign, Dual-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 2 × 95 mm axial, Sandwich-Design inkl. Backplate mit Wärmeleitpads	Referenzdesign: All-in-one-Fluidkühlung mit Single-Radiator (120 mm); VRM-/RAM-Kühler + Backplate
Software/Tools/Spiele	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	Precision XOC (Tweak-Tool), Treiber	–
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre + Option auf mehr	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	Kabelbinder (Stoff)	2 × enthalten: 2×6-auf-8-Pol-Strom; Hochglanz-Poster, Aufkleber	–
Sonstiges	Getestet mit OC-Profil via GPU Tweak II (1.683+/4.007 MHz, 100 % Powertarget); TDP: 180 Watt, Lüfter drehen ab ~57 °C	Getestet mit Auto-OC via Precision XOC (1.721+/4.007 MHz, 100 % PT), 9 Temperatursensoren; Dual-BIOS, TDP: 180 Watt	Dual-BIOS; getestet mit Standard-BIOS (264 W ASIC); LED-Schalter; Zero Core; Temp. Target 65 °C, Board Power 345W
Eigenschaften (20 %)	**1,84**	**2,06**	**2,28**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	33/62/62 Grad Celsius	41/75/75 Grad Celsius	27/65/65 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/0,8 (34 %)/0,9 (35 %) Sone	0,0 (passiv)/1,8 (43 %)/2,2 (47 %) Sone	0,3 (15 %)/1,8 (53 %)/1,9 (54 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	8/12/9 Watt	13/17/14 Watt	19/29/19,5 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	170/171/180 Watt	179/199/200 Watt	352/355/357 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % = 216W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % = 216W)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,25 Volt), Powerlimit bis +50 %
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	30,0 (PCB: 28,5×11,7)/4,6 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	27,3 (PCB: 26,7×11,6)/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	27,2 (PCB: 26,7×9,9)/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,27**	**2,24**	**2,14**
FAZIT	⊕ Leise, kühl und effizient ⊕ Extras: Lüfteranschlüsse, Messpunkte ⊖ OC-Profil beinahe nutzlos	⊕ OC-Scanner erledigt Auto-OC ⊕ Zahlreiche Sensoren & Steuerungsoptionen ⊖ Hoher Preis	⊕ Schnellste Radeon am Markt ⊕ Leiser, starker Kühler ⊖ Sehr hohe Leistungsaufnahme
	Wertung: **2,22**	Wertung: **2,23**	Wertung: **2,25**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1070 Ti Gaming 8G	RX Vega 64 Strix O8G	GTX 1070 Ti AMP! Extreme
Hersteller/Website	MSI (http://de.msi.com)	Asus (www.asus.com/de)	Zotac (www.zotac.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 770,-/ausreichend	Ca. € 980,-/ungenügend	Ca. € 740,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1717555	www.pcgh.de/preis/1664657	www.pcgh.de/preis/1717563
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1070 Ti; GP104-300-A1 (16 nm)	Radeon RX Vega 64; Vega 10 XT A1 (14 nm)	Geforce GTX 1070 Ti; GP104-300-A1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.432/152/64	4.096/256/64	2.432/152/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	139/405 MHz (0,650 VGPU)	26-40/167 MHz (0,762 VGPU)	139/405 MHz (0,650 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.607 (Boost: 1.721+)/4.007 MHz (effektiv +1/0 % OC)	1.430+ (max. Boost: 1.630)/945 MHz (effektiv +4/0 % OC)	1.757 (Boost: 1.987+)/4.104 MHz (+16/+2 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,58**	**2,43**	**2,65**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (2.048 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-80; 1,5V)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Twin Frozr VI, Dual-Slot, 4 Heatp. (1 × 8 mm, 3 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, VRM-/RAM-Kühler + Backplate (ohne Pads)	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 90 mm axial, Radiator bedeckt Spannungswandler; Backplate (ohne Pads)	Icestorm, Triple-Slot, 6 Heatp. (4 × 8 mm, 2 × 6 mm), 3 × 85 mm axial, Korpus bedeckt RAM, VRM-Kühler + Backplate (o. Pads)
Software/Tools/Spiele	Afterburner & Gaming App (Tweak-Tools), Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Als Comic (englisch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltbatt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrierung bei Zotac)
Kabel/Adapter/Beigaben	Aufkleber	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Kabelbinder (Stoff)	2 × enthalten: 2×6-auf-8-Pol-Strom (ummantelt)
Sonstiges	Kein OC-Profil via Afterburner/Gaming App; TDP: 180 Watt; Lüfter drehen ab ~63 °C an, bootet passiv	Dual-BIOS; getestet mit „Performance"-BIOS (260 W, max. 1.620 U/Min, Temp. Target 78 °C); Spannungsmesspunkte; Fan Connect II	Getestet mit OC-Profil via Firestorm (1.757+/4.104 MHz, 140 % Powertarget); TDP im BIOS: 180 Watt
Eigenschaften (20 %)	**1,88**	**2,24**	**2,51**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	39/68/68 Grad Celsius	40/77/77 Grad Celsius	29/64/64 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,0 (49 %)/1,0 (49 %) Sone	0,0 Sone (passiv)/2,2 Sone mit P-BIOS, 1,7 Sone mit Q-BIOS	1,3 (39 %)/2,8 (50 %)/2,8 (50 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	12/17/14 Watt	12/21/12,5 Watt	16/21/19 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	176/183/185 Watt	313/318/318 Watt	198/246/248 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 133 % = 240W)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 140 % = 252W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	27,7 (PCB: 27,7×12,7)/3,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)	30,0 (PCB: 28,0×12,7)/4,7 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	31,1 (PCB: 28,0×12,0)/5,0 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,30**	**2,25**	**2,14**
FAZIT	⊕ Leiser Kühler mit Reserven ⊕ 3 Jahre Garantie ⊖ Kein OC-Profil verfügbar	⊕ Leiseste luftgekühlte Vega 64 ⊕ Spezialfunktionen + 3 Jahre Garantie ⊖ Hoher Preis	⊕ Mächtiger Kühler ⊕ Schnellste GTX 1070 Ti (mit OC-Profil) ... ⊖ ... aber auch die lauteste und durstigste
	Wertung: **2,27**	Wertung: **2,28**	Wertung: **2,32**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1070 Strix O8G	RX Vega 56 Strix O8G	GTX 1070 Gaming X 8G
Hersteller/Website	Asus (www.asus.com/de)	Asus (www.asus.com/de)	MSI (http://de.msi.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 670,-/ausreichend	Ca. € 770,-/mangelhaft	Ca. € 640,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1450613	www.pcgh.de/preis/1742116	www.pcgh.de/preis/1456552
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1070; GP104-200-A1 (16 nm)	Radeon RX Vega 56; Vega 10 XL A1 (14 nm)	Geforce GTX 1070; GP104-200-A1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.920/15/120	3.584/224/64	1.920/15/120
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	278/405 MHz (0,625 VGPU)	27-41/167 MHz (0,7813 VGPU)	215/405 MHz (0,625 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.633 (Boost: 1.911+)/4.007 MHz (+14/0 % OC)	1.430+ (max. Boost: 1.590)/800 MHz (effektiv +14/0 % OC)	1.582 (Boost: 1.924+)/4.007 MHz (+14/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,43**	**2,43**	**2,48**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (2.048 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)
Monitoranschlüsse	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Direct CU 3, Dual-Slot, 5 Heatp. (4 × 8, 1 × 6 mm), 3 × 90 mm axial, VRM-/RAM-Kühler & Backplate (ohne Pads)	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 90 mm axial, Radiator bedeckt Spannungswandler; Backplate (ohne Pads)	Twin Frozr VI, Dual-Slot, 5 Heatp. à 6 mm, 2 × 95 mm axial, VRM-/RAM-Kühler + Backplate (ohne Pads)
Software/Tools/Spiele	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	Afterburner & Gaming App (Tweak-Tools), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	Kabelbinder (Stoff); Code für World of Warships	1 × Strom: 2×6-auf-8-Pol; Kabelbinder (Stoff)	Aufkleber
Sonstiges	Custom-PCB mit 11,8 cm Höhe (6+1 VRMs); ausgelesene TDP: 166 Watt; Lüfter drehen ab ~57 °C; 2 Lüfteranschlüsse am Heck	Dual-BIOS; getestet mit Perf.-BIOS (260W, max 1.620 RPM, TT 78 °C); Spannungsmessp.; Fan Connect II; Lüfter drehen ab ~52 °C	Custom-PCB mit 12,7 cm Höhe (10 Phasen); ausgelesene TDP: 230 Watt; Lüfter gehen ab ~63 °C an
Eigenschaften (20 %)	**1,96**	**2,20**	**1,98**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	41/63/63 Grad Celsius	40/77/77 Grad Celsius	40/71/71 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,8 (43 %)/1,8 (43 %) Sone	0,0 Sone (passiv)/2,0 Sone im P-Mode, 1,5 Sone im Q-Mode	0,0 (passiv)/1,4 (53 %)/1,4 (53 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	8/11/9,5 Watt	11/19/12 Watt	11/14/13 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	162/166/167 Watt	307/311/313 Watt	168/208/208 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 120 % = 200W)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 126 % = 291W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	29,9 (PCB: 28,6)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	30,0 (PCB: 28,5×12,7)/4,7 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	27,7 (PCB: 27,7)/3,5 cm; 1 × 8-/1 × 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,43**	**2,38**	**2,43**
FAZIT	⊕ Leiser Dual-Slot-Kühler ⊕ Hohe Energieeffizienz ⊖ Geringes Maximal-Powerlimit	⊕ DVI-Ausgang an Bord ⊕ Mit Quiet-BIOS angenehm leise … ⊖ … mit dem Performance-BIOS nicht mehr	⊕ Leiser Dual-Slot-Kühler ⊕ Üppiges Powertarget (OC-Potenzial) … ⊖ … das zu hohem Verbrauch führt
	Wertung: **2,34**	Wertung: **2,35**	Wertung: **2,35**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX Vega 64 Red Devil	GTX 1070 G1 Gaming	RX Vega 56 Red Devil
Hersteller/Website	Powercolor (www.powercolor.com/de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Powercolor (www.powercolor.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 880,-/ungenügend	Ca. € 630,-/mangelhaft	Ca. € 770,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1735120	www.pcgh.de/preis/1450713	www.pcgh.de/preis/1735174
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon RX Vega 64; Vega 10 XT A1 (14 nm)	Geforce GTX 1070; GP104-200-A1 (16 nm)	Radeon RX Vega 56; Vega 10 XL A1 (14 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	4.096/256/64	1.920/15/120	3.584/224/64
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	27-40/167 MHz (0,825 VGPU)	240/405 MHz (0,625 VGPU)	27-41/167 MHz (0,7937 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.430+ (max. Boost: 1.630)/945 MHz (effektiv +4/0 % OC)	1.595 (Boost: 1.873+)/4.007 MHz (+11/0 % OC)	1.480+ (max. Boost: 1.590)/800 MHz (effektiv +18/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,65**	**2,50**	**2,70**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (2.048 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (2.048 Bit)
Speicherart/Hersteller	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)
Monitoranschlüsse	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b
Kühlung	Triple-Slot, 6 Heatpipes (2 × 8, 4 × 6 mm), 3 × 87 mm axial, Radiator bedeckt Spannungswandler; Backplate (ohne Pads)	Windforce 3x, Dual-Slot, 2 DT-Heatp. à 8 mm, 3 × 80 mm axial, Radiator bedeckt VRMs/RAM + Backplate ohne Pads	Triple-Slot, 6 Heatpipes (2 × 8, 4 × 6 mm), 3 × 87 mm axial, Radiator bedeckt Spannungswandler; Backplate (ohne Pads)
Software/Tools/Spiele	Treiber	Treiber-CD	Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Updates etc.)	–	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Updates etc.)
Sonstiges	Triple-BIOS (zwei mit weniger Takt/Power/Lüftung); getestet mit „OC"-BIOS (260 W ASIC, TT 70 °C); Lüfter drehen ab ~58 °C	PCB: Kompletter Eigenbau mit 6+2 statt 4+1 Phasen; ausgelesene TDP: 180 Watt; Lüfter gehen ab ~53 °C an	Triple-BIOS (zwei mit weniger Takt/Power/Lüftung); getestet mit „OC"-BIOS (260 W ASIC, TT 70 °C); Lüfter drehen ab ~58 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,40**	**2,01**	**2,42**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	38/71/71 Grad Celsius	42/66/66 Grad Celsius	38/71/71 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 Sone (passiv)/4,8 Sone mit OC-BIOS, 1,5 Sone mit Silent-BIOS	0,0 (passiv)/3,5 (52 %)/3,5 (52 %) Sone	0,0 Sone (passiv)/4,6 Sone mit OC-BIOS, 1,8 Sone mit Silent-BIOS
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	14/26/16 Watt	9/12/11 Watt	15/24/16 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	323/328/328 Watt	165/181/182 Watt	314/329/329 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 111 % = 200W)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerlimit bis +50 %
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	30,3 (PCB: 26,7×12,0)/5,3 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	28,1 (PCB: 26,7)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	30,3 (PCB: 26,7×12,0)/5,3 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,25**	**2,46**	**2,31**
FAZIT	⊕ Mit Silent-BIOS angenehm leise ⊕ Starker Kühler mit Spielraum ⊖ Nur 2 Jahre Garantie	⊕ 3 Jahre Garantie ⊕ Energieeffizienz ⊖ Lautstärke unter Last	⊕ Triple-BIOS ⊕ Mit OC-BIOS so schnell wie Vega 64 Air … ⊖ … aber laut und stromdurstig
	Wertung: **2,36**	Wertung: **2,38**	Wertung: **2,41**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX Vega 56	GTX 1060 Gaming X 6G	GTX 1060 AMP!
Hersteller/Website	AMD (www.amd.com/de)	MSI (http://de.msi.com)	Zotac (www.zotac.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 760,-/mangelhaft	Ca. € 400,-/ausreichend	Ca. € 380,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1682126	www.pcgh.de/preis/1478791	www.pcgh.de/preis/1478147
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon RX Vega 56; Vega 10 XL A1 (14 nm)	Geforce GTX 1060; GP106-400-A1 (16 nm)	Geforce GTX 1060; GP106-400-A1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	3.584/224/64	1.280/80/48	1.280/80/48
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	26-53/167 MHz (0,7813 VGPU)	203/405 MHz (0,625 VGPU)	203/405 MHz (0,625 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.250+ (max. Boost: 1.590)/800 MHz (kein OC)	1.569 (Boost: 1.949+)/4.007 MHz (+14/0 % OC)	1.557 (Boost: 1.848+)/4.007 MHz (+8/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,68**	**2,58**	**2,58**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (2.048 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)
Speicherart/Hersteller	High Bandwidth Memory gen2 (Samsung)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Referenzdesign (DHE), Dual-Slot, schwarze Vollverschalung inkl. 75-mm-Radiallüfter & Backplate	Twin Frozr VI, Dual-Slot, 3 Heatp. (2 × 6, 1 × 8 mm), 2 × 95 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte; Backplate (ohne Pads)	Windforce 2x, Triple-Slot, 4 Heatp. (3 × 8, 1 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Korpus bedeckt VRMs & RAM; Backplate (inkl. Pads)
Software/Tools/Spiele	–	Afterburner & Gaming App (Tweak-Tools), Treiber	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrierung bei Zotac)
Kabel/Adapter/Beigaben	–	Aufkleber	1 × Strom: 2×Molex-auf-6-Pol
Sonstiges	Getestet mit BIOS 1 („Ausgewogen", max. 2.400 U/min); Dual-BIOS; LED-Schalter; ASIC-Power 165 W; Board Power 210 W	Custom-PCB mit 12,7 cm Höhe; ausgelesene TDP: 200 Watt; Lüfter drehen ab ~63 °C	Ausgelesene TDP: 120 Watt; Lüfter drehen ab ~59 °C; Tuning Tipp: 40 % 3D -> 0,8 Sone Lautheit
Eigenschaften (20 %)	**2,28**	**1,84**	**1,80**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	37/76/76 Grad Celsius	40/66/66 Grad Celsius	40/74/74 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,2 (14 %)/4,9 (49 %)/4,9 (49 %) Sone	0,0 (passiv)/0,7 (42 %)/0,7 (42 %) Sone	0,0 (passiv)/1,0 (43 %)/1,0 (43 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab 3-stell. Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	15/26/15,5 Watt	8/13/11 Watt	9/14/9,5 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	216/216/218 Watt	119/146/146 Watt	121/121/123 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,20 Volt), Powerlimit bis +50 %	Zum Testzeitpunkt nur Powerlimit bis 100 % (= 216W)	Zum Testzeitpunkt nur Powerlimit bis 116 % (= 140W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	26,7 (PCB: 26,7×9,9)/3,5 cm; 2 × 8-Pol (vertikal)	27,7 (PCB: 27,7)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	21,1 (PCB: 17,4)/3,4 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,54**	**2,91**	**2,98**
FAZIT	⊕ Moderater Energiehunger ⊕ Etwas schneller als GTX 1070 FE ⊖ Unnötig laute Belüftung	⊕ Beinahe unhörbarer Kühler ⊕ Hohes Powerlimit (OC-Potenzial) ⊖ Relativ hoher Preis	⊕ Kompakt & leise ⊕ Garantiedauer nach Registrierung ⊖ Geringe Übertaktung
	Wertung: **2,51**	Wertung: **2,63**	Wertung: **2,66**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1060 G1 Gaming 6G	GTX 1060 Phoenix GS	GTX 1060 Super Jetstream
Hersteller/Website	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Gainward (www.gainward.de)	Palit (www.palit.biz)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 420,-/ausreichend	Ca. € 400,-/ausreichend	Ca. € 390,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1479045	www.pcgh.de/preis/1478764	www.pcgh.de/preis/1478641
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1060; GP106-400-A1 (16 nm)	Geforce GTX 1060; GP106-400-A1 (16 nm)	Geforce GTX 1060; GP106-400-A1 (16 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	1.280/80/48	1.280/80/48	1.280/80/48
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	240/405 MHz (0,625 VGPU)	253/405 MHz (0,625 VGPU)	253/405 MHz (0,625 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.595 (Boost: 1.962+)/4.007 MHz (+15/0 % OC)	1.620 (Boost: 1.860+)/4.007 MHz (+9/0 % OC)	1.620 (Boost: 1.860+)/4.007 MHz (+9/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,60**	**2,65**	**2,75**
Speichermenge/Anbindung	6.144 MiByte (192 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)
Speicherart/Hersteller	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Windforce 2x, Dual-Slot, 2 DT-Heatp. à 6 mm, 2 × 90 mm axial, Radiator bedeckt VRMs/RAM; Backplate (ohne Pads)	Eigendesign, Triple-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radiator bedeckt VRMs/RAM; Backplate (o. Pads)	Jetstream, Triple-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm), 2 × 95 mm axial, Radiator bedeckt VRMs/RAM; Backplate (ohne Pads)
Software/Tools/Spiele	Treiber-CD	Expertool II (Tweak-Tool), Treiber	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	–	1 × Strom: 2×Molex-auf-6-Pol	1 × Strom: 2×Molex-auf-6-Pol
Sonstiges	Custom-PCB; ausgelesene TDP: 200 Watt; Lüfter drehen ab ~62 °C; Tuning Tipp: 50 % 3D -> 2,0 Sone Lautheit	Custom-PCB mit Spannungsmesspunkten am Heck; ausgelesene TDP: 120 Watt; Lüfter drehen ab ~57 °C	Custom-PCB mit Spannungsmesspunkten am Heck; ausgelesene TDP: 120 Watt; Lüfter drehen ab ~57 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,00**	**1,94**	**1,94**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	38/68/68 Grad Celsius	41/71/71 Grad Celsius	41/72/72 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/2,4 (55 %)/2,4 (55 %) Sone	0,0 (passiv)/1,4 (46 %)/1,4 (46 %) Sone	0,0 (passiv)/1,3 (49 %)/1,3 (49 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab 3-stell. Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	9/13/10 Watt	6/10/7 Watt	6/10/7 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	125/153/153 Watt	120/124/125 Watt	120/123/125 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Zum Testzeitpunkt nur Powerlimit bis 110 % (= 220W)	Zum Testzeitpunkt nur Powerlimit bis 116 % (= 140W)	Zum Testzeitpunkt nur Powerlimit bis 116 % (= 140W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	27,9 (PCB: 26,7)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	24,6 (PCB: 24,0)/4,8 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)	24,8 (PCB: 24,0)/4,8 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,91**	**2,95**	**2,95**
FAZIT	⊕ Hohes Powerlimit = stabiler Boost ⊕ 3 Jahre Garantie ⊖ Etwas zu aggressive Belüftung	⊕ Leiser Kühler mit Reserven ⊕ 3 Jahre Garantie ⊖ Große Ausmaße (Triple-Slot)	⊕ Leiser Kühler mit Reserven ⊕ Energieeffizienz ⊖ Große Ausmaße (Triple-Slot)
	Wertung: **2,67**	Wertung: **2,69**	Wertung: **2,71**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX 580 Red Devil Golden Sample	GTX 1060 SC Gaming	RX 580 Gaming X 8G
Hersteller/Website	Powercolor (www.powercolor.com/de)	EVGA (de.evga.com)	MSI (http://de.msi.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 470,-/mangelhaft	Ca. € 360,-/ausreichend	Ca. € 460,-/mangelhaft
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1609947	www.pcgh.de/preis/1479077	www.pcgh.de/preis/1609960
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon RX 580; Polaris 20 XTR (14 nm)	Geforce GTX 1060; GP106-400-A1 (16 nm)	Radeon RX 580; Polaris 20 XTX (14 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.304/144/32	1.280/80/48	2.304/144/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/300 MHz (0,8125 VGPU)	253/405 MHz (0,625 VGPU)	300/300 MHz (0,806 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.420+ (max. Boost: 1.425)/4.000 MHz (+6/0 % OC)	1.607 (Boost: 1.898+)/4.007 MHz (+11/0 % OC)	1.320+ (max. Boost: 1.380)/4.000 MHz (effektiv kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,60**	**2,75**	**2,48**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (256 Bit)	6.144 MiByte (192 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25; 1,5V)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25)	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25; 1,5V)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, Triple-Slot, 5 Heatp. (4 × 8, 1 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Korpus bedeckt VRMs & RAM; Backplate (ohne Pads)	ACX 2.0, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 1 × 90 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler	Twin Frozr VI, Dual-Slot, 3 Heatp. (1 × 8 mm, 2 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Kühlplatte für VRMs & RAM; Backplate (o. Pads)
Software/Tools/Spiele	Treiber	Precision X OC (Tweak-Tool), Treiber	Afterburner & MSI Gaming App, Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre (-KR-Suffix)	Comic als Anleitung (engl.) + Faltblatt (dt.); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Updates etc.)	2×Molex-auf-6-Pol-Strom; Poster & Aufkleber	–
Sonstiges	GPU-TDPs: 190 Watt (OC, 75 °C TT)/180W (Silent, 80 °C TT) – getestet mit OC-BIOS (Werkszustand); Lüfter drehen ab ~59 °C	PCB-Referenznachbau; ausgelesene TDP: 120 Watt; Lüfter dreht immer; Tuning-Tipp: 50 % PWM: 1,3 Sone	Custom-PCB (6+2 Phasen); 165W GPU-TDP; kein Dual-BIOS, Lüfter drehen ab ~62 °C; Temp-Target 75 °C
Eigenschaften (20 %)	**2,24**	**2,11**	**2,12**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	37/76/76 Grad Celsius	30/68/68 Grad Celsius	45/75/75 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,9 (47 %)/2,5 (51 %) Sone	0,9 (45 %)/2,5 (61 %)/2,5 (61 %) Sone	0,0 (passiv)/2,0 (43 %)/2,3 (45 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	13/25/38 Watt	6/8,5/7 Watt	16/28/40 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	211/240/246 Watt	115/122/125 Watt	194/205/210 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,2 Volt), Powerlimit bis +50 %	Zum Testzeitpunkt nur Powerlimit bis 116 % (= 140W)	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,2 Volt), Powerlimit bis +50 %
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	24,1 (PCB 24,0×11,8)/5,1 cm; 1× 8-/1× 6-Pol (vertikal)	18,2 (PCB: 17,3)/3,5 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)	27,5 (PCB 26,7×11,2)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,91**	**2,95**	**3,04**
FAZIT	⊕ Konstanter, hoher Boost ⊕ Sehr gute Kühlung ⊖ Platzbedarf (Triple-Slot)	⊕ Hohe Energieeffizienz ⊕ Kompakte Ausmaße ⊖ Lüfter dreht auch im Leerlauf	⊕ Leise Kühlung ⊕ 3 Betriebsmodi via Gaming App … ⊖ … aber kein Dual-BIOS
	Wertung: **2,72**	Wertung: **2,74**	Wertung: **2,74**

GRAFIKKARTEN

Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

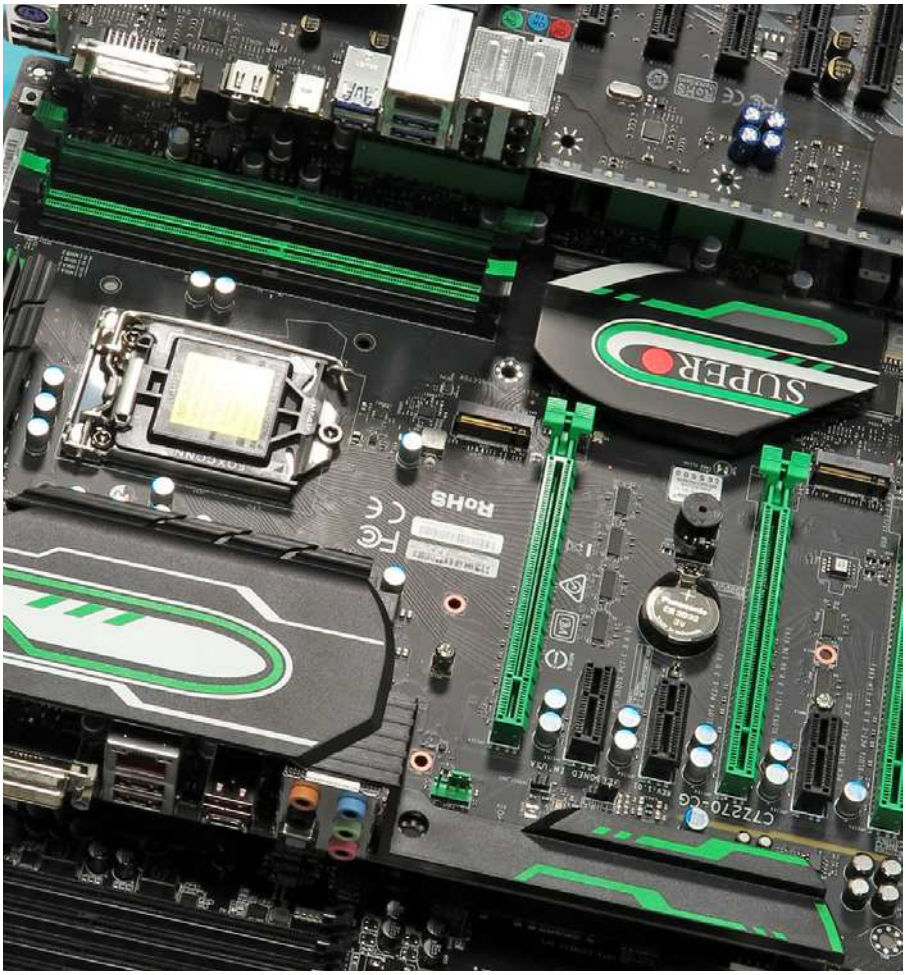
Produktname	RX 580 Strix TOP (T8G)	RX 570 Nitro+ 8GD5	RX 580 Dual O4G
Hersteller/Website	Asus (www.asus.com/de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Asus (www.asus.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 500,-/mangelhaft	Ca. € 430,-/mangelhaft	Ca. € 380,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1610032	www.pcgh.de/preis/1610158	www.pcgh.de/preis/1610054
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon RX 580; Polaris 20 XTR (14 nm)	Radeon RX 570; Polaris 20 XL (14 nm)	Radeon RX 580; Polaris 20 XTX (14 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.304/144/32	2.048/128/32	2.304/144/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/300 MHz (0,800 VGPU)	300/300 MHz (~0,8125 VGPU)	300/300 MHz (0,800 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.405+ (max. Boost: 1.411)/4.000 MHz (+5/0 % OC)	1.320+ (max. Boost: 1.340)/3.500 MHz (+6/0 % OC)	1.260+ (max. Boost: 1.360)/3.500 MHz (effektiv kein OC)
Ausstattung (20 %)	**2,50**	**2,43**	**2,85**
Speichermenge/Anbindung	8.192 MiByte (256 Bit)	8.192 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	8-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC25; 1,5V)	8-Gbps-GDDR5 (Micron MT51J256M32HF-70; 1,5V)	7-Gbps-GDDR5 (Elpida W4032BABG-70-F)
Monitoranschlüsse	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	2 × Displayport 1.4, 2 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, 2,5-Slot, 6 Heatpipes à 6 mm, 3 × 90 mm axial, Kühlplatte/Pads für Wandler & RAM; Backplate (ohne Pads)	Eigendesign, 2,5-Slot, 4 Heatp. (2 × 8, 2 × 6 mm), 2 × 95 mm axial, Korpus bedeckt VRMs & RAM; Backplate (inkl. Pads)	Eigendesign, Dual-Slot, 2 DT-Heatpipes à 8 mm, 2 × 95 mm axial, kleines, verschraubtes Kühlprofil für VRMs (RAM: blank)
Software/Tools/Spiele	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software	Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	Kabelbinder (Stoff)	Einladung zum „Sapphire Select"-Club (für Support)	–
Sonstiges	Custom-PCB, Spannungsmessp.; 2 Lüfteranschlüsse am Heck; 180W GPU-TDP; TT 65 °C; Lüfter drehen ab ~54 °C	GPU-TDPs: 160W (Boost) bzw. 135W (Silent) – bewertet mit Boost (Werkszustand); TT 74 °C; Lüfter drehen ab ~53 °C	Custom-PCB mit 6 GPU-Phasen; 145W GPU-TDP; Temp. Target 70 °C; Lüfter drehen ab ~55 °C GPU-Temperatur
Eigenschaften (20 %)	**2,42**	**2,10**	**2,38**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	43/65/65 Grad Celsius	39/75/75 Grad Celsius	39/72/72 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/3,5 (54 %)/3,5 (54 %) Sone	0,0 (passiv)/1,0 (27 %)/1,7 (33 %) Sone	0,0 (passiv)/4,1 (81 %)/4,1 (81 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	14/26/37 Watt	15/26/34 Watt	14/25/35 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	193/222/226 Watt	179/202/221 Watt	180/181/185 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,2 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,15 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,2 Volt), Powerlimit bis +50 %
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	30,0 (PCB 28,5×11,7)/4,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	26,0 (PCB 24,0×10,7)/3,8 cm;; 1× 8-/1× 6-Pol (vertikal)	24,1 (PCB 24,1×10,8)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**2,95**	**3,11**	**3,08**
FAZIT	⊕ Hoher Boost über 1,4 GHz ⊕ Eiskalt und gut übertaktbar … ⊖ … aber unnötig laut (manuell behebbar)	⊕ Knapp die schnellste RX 570 ⊕ 8 GiByte Speicher ⊕ Sehr leise Kühlung	⊕ Schneller als RX 570/4G ⊕ Relativ sparsam ⊖ Schwacher Kühler
	Wertung: **2,75**	Wertung: **2,77**	Wertung: **2,89**

GRAFIKKARTEN
Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	RX 570 Red Devil	RX 570 Pulse ITX	GTX 1050 Ti Strix O4G
Hersteller/Website	Powercolor (www.powercolor.com/de)	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Asus (www.asus.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 390,-/mangelhaft	Ca. € 400,-/mangelhaft	Ca. € 220,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1609990	www.pcgh.de/preis/1610160	www.pcgh.de/preis/1527166
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Radeon RX 570; Polaris 20 XL (14 nm)	Radeon RX 570; Polaris 20 XL (14 nm)	Geforce GTX 1050 Ti; GP107-400-A1 (14 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	2.048/128/32	2.048/128/32	768/48/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/300 MHz (0,7875 VGPU)	300/300 MHz (~0,725 VGPU)	240/405 MHz (0,675 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.320 (max. Boost: 1.320)/3.500 MHz (+6/0 % OC)	1.130+ (max. Boost: 1.244)/3.500 MHz (effektiv kein OC)	1.380 (Boost: 1.797+)/3.504 MHz (+29/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,90**	**2,95**	**2,98**
Speichermenge/Anbindung	4.096 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (128 Bit)
Speicherart/Hersteller	7-Gbps-GDDR5 (Elpida W4032BABG-70-F)	8-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GC4H24AJR-R0C; 1,5V)	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC28)
Monitoranschlüsse	3 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	1 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	1 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 2 × DVI-D
Kühlung	Eigendesign, Dual-Slot, 4 Heatp. (2 × 8, 2 × 6 mm), 3 × 75 mm axial, Korpus bedeckt VRMs & RAM; Backplate (o. Pads)	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 1 × 85 mm axial, Korpus bedeckt Spannungswandler und Speicher	Direct CU 2, Dual-Slot, 2 DT-Heatpipes à 8 mm, 2 × 95 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler; Backplate (ohne Pads)
Software/Tools/Spiele	Treiber	Treiber	GPU Tweak II (Tweak-Tool), Treiber, Software
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	„Devilclub"-Einladung (für Support, BIOS-Updates etc.)	Einladung zum „Sapphire Select"-Club (für Support)	Kabelbinder (Stoff); Code für World of Warships, Aufkleber
Sonstiges	GPU-TDPs: 140W (Boost) bzw. 126W (Silent) – bewertet mit Boost (Werkszustand); Lüfter drehen ab ~59 °C	Custom-PCB mit 4+1 Phasen; GPU-TDP: 120W, Temp. Target 72 °C; Lüfter dreht ab ~55 °C	4-Pol-Lüfteranschluss am Heck, 4+1-Spannungsversorgung, TDP: 95 Watt; Lüfter drehen ab ~57 °C; bootet passiv
Eigenschaften (20 %)	**2,36**	**2,04**	**1,69**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	34/78/80 Grad Celsius	39/72/72 Grad Celsius	35/58/59 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/2,7 (64 %)/5,2 (82 %) Sone	0,0 (passiv)/0,9 (44 %)/1,2 (46 %) Sone	0,0 (passiv)/0,8 (45 %)/0,9 (47 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	13/24/33 Watt	13/25/33 Watt	8/11/9 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	190/225/260 Watt	143/144/147 Watt	64/76/92 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,15 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU/RAM-Ctlr. bis 1,15 Volt), Powerlimit bis +50 %	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 157 % (= 150W)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	30,0 (PCB 24,0)/3,5 cm; 1 × 8-Pol (vertikal)	17,0 (PCB 17,0×10,4)/3,5 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)	24,1 (PCB: 24,1)/3,5 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**3,20**	**3,30**	**4,04**
FAZIT	⊕ Konstanter, hoher Boost ⊕ Dual-BIOS ⊖ Platzbedarf (Länge -> Case ausmessen)	⊕ ITX-tauglich (17 cm Länge) ⊕ Leise und sparsam … ⊖ … aber stark powerlimitiert (geringer Boost)	⊕ Schnellste GTX 1050 Ti ⊕ Lüfteranschluss an der Platine ⊖ Relativ teuer
	Wertung: **2,97**	Wertung: **2,98**	Wertung: **3,36**

GRAFIKKARTEN
Auszug aus Testtabelle
mit 21 Wertungskriterien

Produktname	GTX 1050 Ti G1 Gaming 4G	GTX 1050 Ti Gaming X 4G	GTX 1050 Ti OC Edition
Hersteller/Website	Gigabyte (www.gigabyte.de)	MSI (http://de.msi.com)	Zotac (www.zotac.com)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 210,-/ausreichend	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 200,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1526013	www.pcgh.de/preis/1524111	www.pcgh.de/preis/1525243
Grafikeinheit; Codename (Fertigung)	Geforce GTX 1050 Ti; GP107-400-A1 (14 nm)	Geforce GTX 1050 Ti; GP107-400-A1 (14 nm)	Geforce GTX 1050 Ti; GP107-400-A1 (14 nm)
Shader-ALUs/Textureinheiten/ROPs	768/48/32	768/48/32	768/48/32
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	215/405 MHz (0,675 VGPU)	203/405 MHz (0,675 VGPU)	253/405 MHz (0,675 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.367 (Boost: 1.645+)/3.504 MHz (+18/0 % OC)	1.354 (Boost: 1.734+)/3.504 MHz (+25/0 % OC)	1.392 (Boost: 1.658+)/3.504 MHz (+19/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	**2,90**	**3,10**	**3,08**
Speichermenge/Anbindung	4.096 MiByte (128 Bit)	4.096 MiByte (128 Bit)	4.096 MiByte (128 Bit)
Speicherart/Hersteller	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC28)	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC28)	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G80325FB-HC28)
Monitoranschlüsse	1 × Displayport 1.4, 3 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	1 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D	1 × Displayport 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 1 × DVI-D
Kühlung	Windforce 2x, Dual-Slot, 2 DT-Heatp. à 6 mm, 2 × 95 mm axial, kleines VRM-Profil, RAM partiell gekühlt; Backplate inkl. Pads	Twin Frozr VI, Dual-Slot, 1 DT-Heatpipe à 8 mm Durchmesser, 2 × 85 mm axial, kein VRM-/RAM-Kühler	Eigendesign, Dual-Slot, 2 Heatpipes à 6 mm, 2 × 65 mm axial, keine VRM-/RAM-Kühler
Software/Tools/Spiele	Xtreme Engine (Tweak-Tool), Treiber	Afterburner & Gaming App (Tweak-Tools), Treiber	Firestorm (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (dt.); 2 Jahre (5 nach Registrierung bei Zotac)
Kabel/Adapter/Beigaben	–	–	–
Sonstiges	4+1-Spannungsversorgung; ausgelesene TDP: 120 Watt; Lüfter drehen ab ~60 °C	3+1-Spannungsversorgung; ausgelesene TDP: 90 Watt; Lüfter drehen ab ~63 °C; bootet passiv	Single-Slot-Blende; ausgelesene TDP: 75 Watt; Lüfter drehen immer; PCB hat Lötstellen für 6-Pol-Strombuchse
Eigenschaften (20 %)	**1,65**	**1,72**	**2,02**
Temperatur GPU (2D-Leerlauf/Spiel/Extremfall)	35/62/62 Grad Celsius	30/67/67 Grad Celsius	28/52/52 Grad Celsius
Lauth. (+PWM) aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/0,3 (37 %)/0,3 (37 %) Sone	0,0 (passiv)/0,3 (34 %)/0,3 (34 %) Sone	1,0 (45 %)/1,5 (49 %)/1,5 (49 %) Sone
Spulenpfeifen/-zirpen (unter Last)	Praktisch nicht wahrnehmbar (< 0,2 Sone)	Praktisch nicht wahrnehmbar (< 0,2 Sone)	Praktisch nicht wahrnehmbar (< 0,2 Sone)
Gemessener Verbrauch 2D/UHD-Video/2 LCDs	8/13/9 Watt	5,5/10/7 Watt	6/9/7 Watt
Verbrauch Crysis 3/Anno 2070/Extremfall	67/67/68 Watt	66/75/76 Watt	58/54/58 Watt
Spannungs-/Power-Änderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 125 % (= 150W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit bis 125 % (= 113W)	Ja (GPU bis 100 %; Powerlimit auf 100 % = 75W fixiert)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	22,0 (PCB: 21,0)/3,5 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)	22,9 (PCB: 21,1)/3,5 cm; 1 × 6-Pol (vertikal)	16,0 (PCB: 14,5)/3,5 cm; keiner
Leistung im PCGH-Index (60 %)	**4,14**	**4,08**	**4,14**
FAZIT	⊕ Drei HDMI-Ausgänge ⊕ Beinahe unhörbare Kühlung ⊖ Relativ teuer	⊕ Beinahe unhörbare Kühlung ⊕ Powerlimit erlaubt starkes Overclocking ⊖ Relativ teuer	⊕ Sehr hohe Energie-Effizienz ⊕ Kompaktes Design (ITX-tauglich) ⊖ Im Leerlauf unnötig laut
	Wertung: **3,39**	Wertung: **3,41**	Wertung: **3,50**



Eine solide Basis

Das Mainboard verbindet alle PC-Komponenten und will daher weise gewählt sein. In dieser Zusammenstellung finden Sie die besten Boards für alle gängigen AMD- und Intel-Plattformen.

In modernen PCs hat das „Mutterbrett“ kaum noch Einfluss auf die Endleistung und wird deswegen oft als beliebiger Unterbau für CPU, RAM und Grafikkarte abgetan. Aber nicht nur diese drei Leistungsträger, auch alle Laufwerke, die Peripherie und weitere Komponenten kommunizieren mit dem und via Mainboard. Fehlt diesem die passende Schnittstelle, ist auch die beste Hardware nutzlos – entsprechend wichtig sind die eigenen Bedürfnisse beim Neukauf.

Startpunkt Plattform

Wie im Prozessor-Abschnitt dieses Hefts bereits erläutert, ist das wichtigste Kriterium meist die CPU-Wahl: Sockel 2066, Sockel 1151, Sockel AM4 oder Sockel TR4 – das Format des Prozessors gibt die benötigte Fassung auf dem Mainboard vor. Manchmal ist es auch umgekehrt: Da fast alle aktuellen CPUs mehr als genug Leistung zum Spielen haben, können alternativ Ausstattungswünsche den Ausschlag für oder gegen einen bestimmten Sockel geben. Ein Beispiel wäre die Fähigkeit der jeweiligen High-End-Plattformen, zwei Grafikkarten mit jeweils voller PCI-Express-3.0-×16-Geschwindigkeit anzubinden. Da sowohl AMD als auch Nvidia die Unterstützung für Multi-GPU (MGPU) zurückgefahren haben, dürfte dieses Feature aber nur für wenige Enthusiasten wichtig sein.

Intels PCH (Plattform Controller Hub) respektive AMDs I/O-Hub ist nach dem Sockel die zweite Sortierstufe und entscheidet über Ausstattungsniveau, Übertaktungsfreigaben und Preisklasse eines Boards. Anstelle von „Chipsätzen“ nutzen alle aktuellen Plattformen übrigens Einzel-Chip-Lösungen.

Features und Formate

Moderne PCHs beinhalten eine Vielzahl von Schnittstellentypen, können aber immer nur eine auf den Durchschnittsnutzer ausgerichtete Auswahl nativ integrieren. Weitere Fähigkeiten werden ab einer gewissen Preisklasse vom Mainboard-Hersteller durch zusätzliche, separate Controller auf der Platine realisiert. Diese entsprechen oft 1:1 den funktionalen Bauteilen von Erweiterungskarten, lassen sich direkt auf dem Mainboard aber wesentlich kostengünstiger integrieren – wenn auch nicht immer in gleicher Qualität, wie die Gegenüberstellung von Onboard-Sound und Soundkarten stets zeigt.

Auch physisch unterscheiden sich Mainboards. Mini-ITX-Modelle müssen Abstriche bei der Ausstattung machen, da ohne kostspieligen Mehraufwand der Platz für viele Schnittstellen fehlt. Micro-ATX (µATX) und normales ATX unterscheiden sich dagegen primär in der Zahl der möglichen Erweiterungskarten – gerade in Kombination mit großen Spieler-Grafikkarten geht µATX schnell die Luft aus. Noch größere Bretter werden meist als „E-ATX“ bezeichnet, selbst wenn sie nur wenige Zentimeter breiter als ATX und weit von echtem E-ATX (305 × 330 mm) entfernt sind.

Intel-Mainstream: Sockel 1151 (Coffee Lake)

Mit der „Coffee Lake"-Reihe ist Intel zurück im Rennen um die Gunst anspruchsvoller Spieler. Zumindest kühlerseitig gibt es wenig zu beachten, alle bestehenden Sockel-1151-Lösungen passen, denn am mechanischen Aufbau hat Intel nichts geändert. Mangels elektrischer und Firmware-Kompatibilität braucht es für Prozessoren der Core-i-8000-Serie aber neue Mainboards – die älteren Platinen aus der 100er- oder 200er-Generation sind unbrauchbar. Stattdessen hat Intel den I/O-Hub Z370 („PCH") vorgestellt.

Neu und doch (ver)alt(et)?

Tatsächlich neu am Z370 ist nur die Bezeichnung. Intel schweigt sich über Codenamen zwar beharrlich aus, unter der Haube steckt aber sehr wahrscheinlich das bereits als B250/H270/Z270/X299 vermarktete Union-Point-Silizium. Trotz neuen Namens besitzt der Z370-PCH weiterhin keine integrierten WLAN- oder USB-3.1-10 GBit/s-Controller, nur „USB 3.1 Gen1 5 Gbps" (besser bekannt als „USB 3.0") wird unterstützt. Somit entspricht die Ausstattung 1:1 dem Z270, welcher ohnehin einen der luxuriösesten I/O-Hubs darstellt.

Für Endanwender ergeben sich aus diesem Rebranding keine Nachteile, schon seit der Skylake-Generation geht es bei Intel-PCHs weniger um USB-Geschwindigkeiten als vielmehr um die sogenannten HSIO-Ports. Diese können mehrheitlich als PCI-Express-3.0-Lane dienen, sind aber teilweise doppelt mit SATA- oder USB-(3.0-)Funktionen belegt. So ermöglicht nur der Verzicht auf die „bis zu" sechs SATA-Ports beim Z370 die maximale Anzahl von 24 PCI-Express-Lanes (zuzüglich 16 von der CPU für Grafikkarten). Typischer sind Konfigurationen mit 6× SATA und 18× PCI-Express und an dieser Gesamtausstattung mit 24 flexiblen HSIOs soll auch der für den Sommer erwartete Z390 nichts ändern. Da alle Intel-PCHs zusätzlich maximal sechs reine USB-3-Ports bieten (bislang 5, nun sogar 10 GBit/s) widmen die Mainboard-Hersteller schon heute einige HSIOs dem USB, zum Teil über PCI-Express-angebundene-USB-3.1-Zusatzcontroller. So verfügen alle hier vorgestellten Mainboards auch ohne USB-3.1-PCH über 10-GBit/s-USB-Anschlüsse. Ein Z390 könnte auf externe Controller verzichten und die Ports direkt bereitstellen, die USB-PCI-E-Balance hängt aber schon beim Z370 nur von der Produktpolitik des Herstellers ab.

Ähnliches gilt für die WLAN-Integration: Leistungsstarke Hochfrequenz-Sendetechnik hat in I/O-Hubs keinen Platz und muss extern mit entsprechender Abschirmung montiert werden. Trotz interner Controller-Logik werden Z390-Mainboards also weiterhin externe Chips benötigen und somit ebenso wenig über „kostenloses" WLAN verfügen wie Z370-Platinen, die einen WLAN-Controller verbauen.

Unter dem Strich gibt es also keinen Grund, auf den Z390 zu warten. Abseits der allgemeinen Weiterentwicklung von Platinendesigns dürfte diese Coffee-Lake-Mainboard-Generation lediglich ein paar Cent an Onboard-Zusatzchips einsparen.

Empfehlungen

MSIs Z370 Godlike Gaming Carbon fährt mit seiner überlegenen Ausstattung den Testsieg ein, der stattliche Preis dürfte jedoch die meisten Nutzer abschrecken. Gigabytes Z370 Gaming 7 ist nur etwa halb so teuer, bietet aber trotzdem zahlreiche Anschlüsse und ordentliche Werkseinstellungen. Asrocks Z370 Extreme4 folgt als Preis-Leistungs-Tipp auf Platz 3. Ambitionierte Übertakter vermissen (wie bei Gigabyte) eine adaptive Spannungsregelung, USB-Intensiv-Nutzer ein paar Anschlüsse – für ein 140-Euro-Mainboard sind das geringe Abstriche gegenüber der Luxusklasse. Ein rundes Gesamtpaket ist auch das Asus Maximus X Hero, einzig die rekordverdächtige Bootzeit von Asrock kann Asus nicht kontern. Gestört wird das saubere Bild vom hohen Preis um 260 Euro, welcher in keinem guten Verhältnis zur etwas mageren Ausstattung steht. Diese bekommt MSIs Z370 Gaming Pro Carbon AC in Form einer WLAN-Karte beigelegt und das für faire 180 Euro (auch als Non-„AC"-Version erhältlich).

MSI Z370 Gaming Pro Carbon AC

Seit der Z170-Generation bietet MSI unter dem Titel „Carbon" ordentlich ausgestattete, nicht allzu teure Mainboards, die viel Wert auf Optik und Modding legen. Das Z370-Modell mit Zusatz AC bietet außerdem WLAN und ein gutes Routing mit wenigen PCI-Express-Doppelbelegungen.

Kunststoffverzierung

Im Gegensatz zum großen Bruder X299 Gaming Pro Carbon bringt das Z370 Pro Carbon AC keine Austausch-Plastikblenden zur farblichen Gestaltung mit, eine ausladende Verkleidung auch an den Spannungswandlerkühlern darf aber nicht fehlen.

WLAN: all inclusive

Für rund 20 Euro weniger gibt es das Gaming Pro Carbon auch ohne AC-WLAN. Da das M.2-Modul auf einer ×1-Adapterkarte geliefert und nicht platzsparend auf der Platine ungebracht wird, hat die „AC"-Ausgabe neben dem Preis keinen Vorteil gegenüber Nachrüstlösungen.

Wenig PCI-Express-Sharing, aber physische Limits

Abseits der Grafikkarten-×16/×0-oder-×8/×8-Option muss sich beim Z370 Gaming Pro Carbon nur ein M.2-Slot Ressourcen mit anderen Abnehmern teilen (hier: 2 SATA-Anschlüsse). Ein ×1-Slot wird aber quasi immer von der Grafikkarte verdeckt, zwei weitere (wie bei der Konkurrenz) bei Multi-GPU-Betrieb respektive Nutzung von Triple-Slot-Grafikkarten-Kühlern.

SOCKEL-1151-MAINBOARDS

Auszug aus der Testtabelle mit 160 Wertungskriterien

Produkt	Z370 Godlike Gaming	Z370 Gaming 7	Maximus X Hero	Z370 Extreme4	Z370 Gam. Pro Carbon AC
Hersteller (Website)	MSI (www.msi.com)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 480,-/ausreichend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 260,-/befriedigend	Ca. € 140,-/gut	Ca. € 180,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1699947	www.pcgh.de/preis/1699938	www.pcgh.de/preis/1702196	www.pcgh.de/preis/1700876	www.pcgh.de/preis/1699948
PCH-Hub; UEFI-; Board-Revision	Intel Z370; A.21; 2.2	Intel Z370; F4a; 1.0	Intel Z370; 0502; 1.01	Intel Z370; 1.0; 1.03	Intel Z370; A.13; 2.0
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 272 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**2,11**	**2,47**	**2,58**	**2,48**	**2,55**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-E-Standard*	3.0/–/3.0/3.0/3.0/–/3.0	3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0/3.0	3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0/3.0	3.0/3.0/–/3.0/3.0/3.0/3.0	–/3.0/3.0/3.0/3.0/3.0/3.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes*	×16/–/×0/–/×0/–/– oder ×8/–/×0/–/×8/–/– oder ×8/–/×4/–/×4/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–
PCI-E-Verteilungsoptionen, PCH-Lanes*	–/–/–/×1/–/–/×0 oder –/–/–/×0/–/–/×4 und LAN3 deaktiviert	×1/–/–/×1/–/×0/×4 oder ×1/–/–/×1/–/×1/×4 und 1× SATA deaktiviert	×1/–/–/×1/–/×0/×4 oder ×1/–/–/×1/–/×1/×2	×1/–/–/×1/–/×1/×4	–/–/×1/×1/–/×1/×4
SATA	6× 6 GBit/s (6× Z370)	6× 6 GBit/s (6× Z370)	6× 6 GBit/s (6× Z370)	8× 6 GBit/s (6× Z370; 2× ASM 1061)	6× 6 GBit/s (6× Z370)
NVME, Anbindung, Format	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80 ODER 1× U.2 (deaktivieren 2× SATA); 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110 (deaktiviert LAN3 und PCI-E ×1 respektive PCI-E×4)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110 (deaktiviert 2× SATA); 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80 (deaktiviert PCI-E ×4)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80 (deaktiviert 2× SATA für ×4-Betrieb)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80/110 (deaktiviert 2× SATA); 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80 (deaktiviert 2× SATA)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80 (deaktiviert 2× SATA)
Onboard-LAN	3× Gigabit (3× Killer E2500)	2× Gigabit (Intel I219-V + Killer 2500)	1× Gigabit (Intel I219-V)	1× Gigabit (Intel I219-V)	1× Gigabit (Intel I219-V)
Wireless	802.11 ac; Bluetooth 4.1 (Killer E1535)	–	–	– (vorbereitet: M.2 e-Key, PCI-E-3.0-×1, Antennenhalterung)	802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel-8265-M.2-e/b-Modul auf Adapterkarte für ×1-Slot)
Monitor-Anschlüsse	–	HDMI/Displayport	HDMI/Displayport	HDMI/DVI-D/D-Sub	HDMI/Displayport
USB extern/intern	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 6×/4× USB 3.0; 0×/6× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 5×/2× USB 3.0; 0×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 4×/2× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 4×/5× USB 3.0 (davon 1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern mit 3.0-Geschwindigkeit); 0×/6× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 4×/4× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Tastatur-Port	–	PS/2-Tastatur-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port
Sound-Chip	Realtek ALC1220 (zweimal)	Realtek ALC1220	Realtek ALC1220	Realtek ALC1220	Realtek ALC1220
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL	Ja/nein/ja	Ja/nein/ja	Ja/nein/ja	Ja/ja/nein	Ja/nein/nein
Audio-Aus-/Eingänge	7.1 + 2.0, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo
Lüfteranschlüsse	10× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM	5× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM
Sonstige Ausstattung	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung;Anschluss für RGB-LED-Streifen; Anschluss für adressierbare LED-Streifen (5 V); Anschlüsse für drei Temperatursensoren; Spannungsmesspunkte	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGBW-LED-Streifen; 2 Anschlüsse für adressierbare LED-Streifen (5 V und 12 V); Thunderbolt-Header; Anschluss für Durchflussmesser; Anschlüsse für 2 Temp-Sensoren; ein Lüfter für Spannungswandler	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen; Anschluss für adressierbare LED-Streifen (5 V); Anschluss für Durchflussmesser; Anschlüsse für drei Temperatursensoren	Clear-CMOS-Jumper; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung; Anschluss für RGB-LED-Streifen; Thunderbolt-Header	Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper;regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen; Anschluss für adressierbare LED-Streifen (5 V); Anschluss für adressierbare LED-Streifen & -Lüfter von Corsair
Beiliegend	6× SATA-Kabel (davon 2× stoffummantelt); HB-SLI-Brücke; 3× Temperatursensor; Adapter 3,5 mm Klinke auf 6,3 mm; Y-RGB-Verlängerungskabel; adressierbarer RGB-LED-Streifen; Adpaterkarte PCI-E-×8 auf 2× M.2 mit Kühlkörper; Handbuch Englisch; interner 4×-USB-2.0-Hub	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 1× RGBW-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× RGB-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare LED-Streifen; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Deutsch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 1× Y-RGB-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für adressierbare und Corsair-LED-Streifen; Handbuch Englisch;
Eigenschaften (20%)	**2,36**	**1,77**	**2,12**	**2,38**	**2,21**
Abstand** CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben	53/62 Millimeter; 54/52 Millimeter	55/64 Millimeter; 49/51 Millimeter	55/64 Millimeter; 58/– Millimeter	52/61 Millimeter; – (24 mm flach)	"53/62 Millimeter; 52/55 Millimeter"
Abstand** CPU <> PCI-E-×16	73 Millimeter	95 Millimeter	94 Millimeter	95 Millimeter	93 Millimeter
Abstand PEG 1 <> 2	3 Slots	2 Slots	2 Slots	2 Slots	2 Slots
Multiplikator-CPU/-AVX/aktive Kernzahl/ Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 2,2 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,5 bis 1,8 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 2,2 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 3,0 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,6 bis 1,6 Volt
I/O-/IMC-/PCH-Spannung	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-5000; 2,20 Volt	DDR4-8300; 2,00 Volt	DDR4-8533; 2,40 Volt	DDR4-8400; 1,80 Volt	DDR4-5000; 2,20 Volt
Lüftersteuerung	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 20% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Werkseinstellungen erlauben 175 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W). Überhitzung möglich	– (Werkseinstellungen erlauben 120 W CPU-Leistungsaufnahme)	Werkseinstellungen erlauben 200 W (UEFI 0601: 170 W) CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W). Überhitzung mgl.	Werkseinstellungen erlauben 160 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W). Überhitzung möglich	Werkseinstellungen erlauben 1,38 V Vcore und 165 W CPU-Leistungsaufnahme (Intel TDP: 95 W). Überhitzung mgl.
Leistung (60%)	**1,29**	**1,82**	**1,74**	**1,71**	**1,83**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	100,5 MHz	100,00 MHz	100,00 MHz („auto": 100,50 MHz)	100,00 MHz	100,00 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	158,7 Fps	145,2 Fps	148,3 Fps	148,1 Fps	146,8 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	105,1 Sekunden	110,2 Sekunden	109,8 Sekunden	109,4 Sekunden	109,9 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	38.481 MB/s	38.329 MB/s	38.258 MB/s	38.037 MB/s	38.355 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	20,1 Sekunden	18,7 Sekunden	22,7 Sekunden	16,0 Sekunden	17,7 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./PCH***	57/54/38 °C	58/50/48 °C	60/49/41 °C	60/55/45 °C	67/55/40 °C
Stromverbr.**** Soft-Off/Leerlauf/Last***	3,6/42,3/318 Watt	1,4/38,8/331 Watt	1,9/38,3/307 Watt	2,4/41,8/307 Watt	0,9/32,4/330 Watt
FAZIT	⊕ Überdurchschnittliche Leistung ⊕ Luxuriöse Ausstattung ⊖ Sehr teuer	⊕ Gute UEFI-Werkseinstellungen ⊕ Gehobene Ausstattung ⊕ Gute Onboard-Lüftersteuerung	⊕ Viel Platz für CPU-Kühler ⊕ Temp.- & Durchflusssens. Anschl. ⊖ Suboptimale Werkseinstellungen	⊕ Günstig ⊕ Sehr kurze Bootzeit ⊕ (Nur) bei Volllast effizient	⊕ Relativ günstig ⊕ Bei geringer Last sparsam ⊖ Suboptimale Werkseinstellungen
	Wertung: **1,67**	Wertung: **1,94**	Wertung: **1,98**	Wertung: **1,99**	Wertung: **2,05**

Testsystem: Core i7-8700K, Asus Strix GTX 1080 110 % Powertarget, 91 °C Temptarget; 2 × 8 GiB Kingston DDR4-2666, EKL Alpenföhn Matterhorn Pure bei 1.300 U/min.
*ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm.
***Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Core i7-8700K und Asus GTX 1080 an Seasonic-80-Plus-Gold-Netzteil.

High-End + AMD-Mainstream: Sockel AM4 (Ryzen)

Seit dem Frühjahr 2017 basiert AMDs Ryzen-Mittelklasse-Portfolio vollständig auf dem Sockel AM4, welcher mit unterschiedlichen I/O-Hubs ausgestattet wird, um verschiedenen Ansprüchen gerecht zu werden. Was darf's sein?

Unterhaus

Der günstige A320 ist dabei nur eingeschränkt interessant, denn als einziger Ryzen-Begleiter erlaubt er keine CPU-Übertaktung. Gerade die Kombination aus vielen Kernen zum niedrigen Preis und Taktanhebung auf eigene Gefahr macht aber den großen Reiz der AMD-Mittelklasse aus, denn Intel erlaubt bei vergleichbarem Budget weder das eine noch das andere, sondern bietet nur eine höhere Single-Core-Leistung ab Werk. Auch die Mainboard-Hersteller scheinen den A320 als reinen Low-Cost-Chip für Büro- und OEM-Rechner zu betrachten und verzichten auf zahlreiche Ausstattungsmerkmale. Oft gibt es nur wenige USB-Ports, von Erweiterungsmöglichkeiten ganz zu schweigen – die meisten Boards setzen auf das Micro-ATX-Format, um Platinenmaterial einzusparen.

Mittelstand und Oberhaus

Wesentlich attraktiver erscheint das mittlere Modell, der B350. Wie seine Geschwister A320 und X370 ist er kein klassischer „Chipsatz", sondern nur ein einzelner Chip, der zudem optional ist. Vier USB-3.0-Geräte und eine M.2-SSD (alternativ zwei SATA-Laufwerke) lassen sich nämlich auch direkt an die CPU anbinden, welche dann als beinahe eigenständiges System-on-a-Chip arbeitet (eine Grafikeinheit fehlt, sofern keine Raven-Ridge-APUs installiert ist). Mit dieser Minimal-Ausstattung gibt sich aber kein Desktop-Nutzer zufrieden, weswegen über vier reservierte PCI-Express-3.0-Lanes die I/O-Hubs angebunden werden können, welche zahlreiche weitere Schnittstellen bereitstellen. Im Falle des B350 sind dies je zwei USB-3.1- und USB-3.0-Ports (X370: zwei respektive sechs) und jeweils sechs SATA-Anschlüsse und PCI-Express-2.0-Lanes (X370: je acht). Als weitere Beschränkung gegenüber dem X370 ist es B350-Mainboards verboten, die ersten 16 PCI-Express-3.0-Lanes der CPU auf zwei ×8-Slots für Multi-GPU-Betrieb aufzuteilen – allerdings bevorzugen die meisten PCGH-Leser Umfragen zufolge eine potente Single-GPU-Karte mit voller ×16-Anbindung. Einschränkungen in den Übertaktungsmöglichkeiten durch den I/O-Hub gegenüber dem X370-Hub gibt es nicht.

Den Mainboard-Herstellern stehen beim B350 zwei Wege offen: Entweder sie kombinieren den günstigen, gut ausgestatteten B350 mit einer Infrastruktur auf Niveau ihrer X370-Angebote, was aber entsprechend hohe Kosten bedeuten würde. Oder sie sparen in gleichem oder gar noch größerem Maße an der Platine und ihrer Bestückung und erzielen so deutlich niedrigere Preise. Die meisten Mainboards am Markt tendieren eher zu letzterer „Billig"-Variante; in unserem Testfeld zeigt sich das vor allem bei der Stromversorgung der CPU und den installierten Sound-Lösungen. Das Testfeld wird durch Micro-ATX-Boards ergänzt. Auf typischem B350-Ausstattungsniveau angesiedelt, sind diese in der Produktion günstiger als vollwertige ATX-Designs und bieten so entweder einen noch niedrigeren Preis ohne Ausstattungsabstriche oder eine etwas höhere Qualität zu weiterhin guten Preisen.

Sie müssen entscheiden, welche Merkmale des X370 Sie benötigen und welche nicht – für die meisten Gaming-Rechner dürfte der B350 die beste Wahl darstellen. Wer hingegen auf maximale Übertaktung und besagte PCI-Express-Funktionen aus ist, für den kann sich eine X370-Platine lohnen. Auf der folgenden Doppelseite sehen Sie alle von uns geprüften Boards nebeneinander, damit Sie die Merkmale direkt vergleichen können.

Für Megatasker

AMD hat 2017 nicht nur im Mainstream-Bereich vorgelegt, die TR4-CPUs mit 8 bis 16 Kernen stehlen auch dem Skylake X die Show. „Mehr von allem" ist das Grundkonzept der Threadripper-CPUs. Diese nutzen das gleiche Silizium

Asus Republic of Gamers Crosshair VI Hero

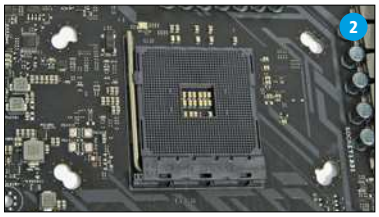
Eine Lüftersteuerung mit vier internen und Anschlüssen für drei externe Temperatursensoren sowie einen Durchflussmesser, ein eigener Taktgeber für Referenztakt-OC und Spannungsmesspunkte, RGB-Header und -Beleuchtung, Befestigungsgewinde für Zieranbauten: Das Crosshair VI Hero hat sie alle.

USB deluxe

Noch in der Z170-Generation kritisierten wir Oberklasse-Mainboards für magere 6 USB-Ports. Das Crosshair VI ist über diese Kritik definitiv erhaben: Ingesamt 14 USB-Anschlüsse (3.1 Typ-A, 3.1 Typ-C, 8 × 3.0 Typ-A, 4 × 2.0 Typ-A) sollten für wirklich jede Anwendung ausreichen.

AM3-Montagelöcher

Laut AMD mussten die alten Kühler-Montage-Bohrungen der Sockel FM1/2 und AM1/2 weichen, um den vielen Leiterbahnen des Sockel AM4 Platz zu verschaffen. Asus beweist das Gegenteil und bringt zur Freude aller Aufrüster beide Lochraster in der Platine unter.



Reichhaltige Ausstattung, aber knappe Ressourcen

Acht SATA-Ports, ein (senkrechter) M.2-e-Key-Steckplatz für WLAN-Steckmodule hinter der I/O-Blende und ein USB-3.1-Zusatzcontroller überfordern die Ressourcen des X370. In Ermangelung eines PCI-Express-Switches müssen sich ×4- und ×1-Steckplätze daher vier 2.0-Lanes teilen. Bei Einbau einer ×4-Erweiterungskarte werden die ×1-Slots deaktiviert.

wie ihre kleinen Ryzen-Desktop-Brüder, aber in zweifacher Ausführung. Daraus ergeben sich bis zu 16 Kerne zuzüglich SMT und doppelt so viele integrierte USB-3.0-Ports (8 statt 4). Die Zahl der RAM-Kanäle und -Module steigt auf vier respektive acht (Quad-Channel), der Zugewinn bei PCI-Express fällt gegenüber Ryzen sogar noch größer aus: Im bisherigen Sockel-AM4-Format konnten nur 24 der physisch vorhandenen 32 Lanes genutzt werden. Der Threadripper-Sockel TR4 ist dagegen von AMDs Serversockel abgeleitet, die für vier aktive Silizium-Chips mit acht Speicherkanälen und 128 Lanes entwickelt wurde. Dementsprechend hat Threadripper keine Probleme, alle seine 64 PCI-Express-3.0-Lanes nach außen zu führen. Zum Vergleich: Intels Sockel-2066-Plattform kommt auf maximal 44 3.0-Lanes von der CPU zuzüglich „bis zu“ 24 vom X299-PCH. Typischerweise bleiben auf X299-Mainboards aber nur 10 bis 12 der PCH-Lanes nutzbar, die anderen werden für USB und SATA benötigt. Der X399-I/O-Hub auf TR4-Mainboards kostet hingegen vier CPU-3.0-Lanes und stellt seinerseits nur acht 2.0-Leitungen, zusätzlich aber auch reine SATA- und USB-(3.1-)Anschlüsse bereit. Damit geht das PCI-3.0-Express-Duell mit 60 zu 54 Lanes dennoch knapp zu AMDs Gunsten aus.

Für welche Many-Core-Plattform Sie sich auch entschieden haben, am Ende dieses Artikels finden Sie passende, von PCGH geprüfte Hauptplatinen dafür. *(tv/rv)*

AM4-MAINBOARDS MIT B350

Auszug aus der Testtabelle mit 160 Wertungskriterien

Produkt	Prime B350-Plus	AB350M Pro4	AB350-Gaming 3	Racing B350GT5
Hersteller (Website)	Asus (www.asus.de)	Asrock (www.asrock.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	Biostar (www.biostar-europe.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 80,-/gut	Ca. € 65,-/sehr gut	Ca. € 90,-/gut	Ca. € 90,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1582183	www.pcgh.de/preis/1582198	www.pcgh.de/preis/1582168	www.pcgh.de/preis/1579988
I/O-Hub; UEFI-; Board-Revision	AMD B350; 0513; 1.05	AMD B350; 2.0 (Benchmarks: 1.0); 1.01	AMD B350; F5; 1.0	AMD B350; B35AG314; 5.0
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 237 mm	Micro-ATX; 244 × 244 mm	ATX; 305 × 230 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20 %)	**3,59**	**3,61**	**3,12**	**3,20**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-Express-Standard*	–/3.0/PCI/2.0/2.0/PCI/2.0	2.0/3.0/–/2.0	2.0/3.0/–/–/2.0/2.0/2.0	2.0/3.0/–/2.0/2.0/PCI/PCI
PCI-E-CPU-Lane-Verteilungsoptionen*	–/×16/–/–/–/–	–/3.0/–/–	–/×16/–/–/–/–/–	–/×16/–/–/–/–/–
PCI-E-IOH-Lane-Verteilungsoptionen*	–/–/–/×0/×4/–/×0 oder –/–/–/×1/×2/–/×1	×1/–/–/×4	×1/–/–/–/×4/×0/×0 oder ×1/–/–/–/×2/×1/×1	×0/–/–/×0/×4/–/– oder ×1/–/–/×1/×1/–/–
SATA	6× 6 GBit/s (6× B350)	4× 6 GBit/s (4× B350)	6× 6 GBit/s (4× B350; 2× CPU/APU)	4× 6 GBit/s (4× B350)
NVME, Anbindung*, Format	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, SATA, 30/42/60/80 (deaktiviert 2× SATA)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110 (deaktiviert 2× SATA)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80
Onboard-LAN	1× Gigabit (Realtek 8111H)	1× Gigabit (Realtek 8111GR)	1× Gigabit (Realtek 8118AS)	1× Gigabit (Realtek 8111G)
Wireless	–	–	–	–
Monitor-Anschlüsse	HDMI/Display Port/D-Sub	HDMI/DVI-D/D-Sub	HDMI/DVI-D	HDMI/Display Port
USB extern/intern	2×/0× USB 3.1; 4×/2× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	5×/2× USB 3.0 (davon ×1/×0 Typ-C); 2×/5× USB 2.0	2×/0× USB 3.1; 4×/2× USB 3.0; 1×/4× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern); 4×/2× USB 3.0; 0×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PCI; PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Tastatur-Port; PS/2-Maus-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PCI; PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header
Sound-Chip	Realtek ALC887	Realtek ALC892	Realtek ALC1220	Realtek ALC892
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/ wechselbarer OP-AMP	Nein/nein/nein	Nein/nein/nein	Nein/nein/nein	Ja/nein/nein
Audio-Aus-/Eingänge	7.1/Eingänge nur als Doppelbelegung	7.1/Eingänge nur als Doppelbelegung	7.1, optisch/1× Stereo	7.1/Eingang ×2
Lüfteranschlüsse	3× 4-Pin PWM	2× 4-Pin PWM; 1× 3-Pin/4-Pin ohne PWM	5× 4-Pin PWM	4× 4-Pin PWM
Sonstige Ausstattung	Clear-CMOS-Jumper; Regelbare RGB-Beleuchtung; 1 Anschluss für RGB-LED-Streifen;	Clear-CMOS-Jumper; 2 Anschlüsse für RGB-LED-Streifen	Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper; Dual-UEFI; Regelbare RGB-Beleuchtung; je ein Anschluss für RGBW- und RGB-LED-Streifen	Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Jumper; Dual-UEFI; Regelbare RGB-Beleuchtung; 2 Anschlüsse für RGB-LED-Streifen;
Beiliegend	2× SATA-Kabel; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; 1× RGBW-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; Handbuch Englisch; 120-mm-RGB-LED-Lüfter
Eigenschaften (20 %)	**2,43**	**2,82**	**3,05**	**3,02**
Abstand** CPU <> 1./2. RAM-Slot	72/82 Millimeter	73/82 Millimeter	74/83 Millimeter	76/85 Millimeter
Abstand** CPU <> 1./2. Spannungswandlerkühler	– (24 mm flach)	85/70 Millimeter	91/– Millimeter	91/– Millimeter
Abstand** CPU <> 1. PCI-E-×16	89 Millimeter	95 Millimeter	97 Millimeter	92 Millimeter
Abstand PEG 1 <> 2	– (nur ein PEG)	– (nur ein PEG)	– (nur ein PEG)	– (nur ein PEG)
CPU-Multiplikator/aktive Kernzahl/ Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Nur Offset -0,2 bis +0,2 Volt	Nein/nein/nein/nein. Bereich: 0,9 bis 1,6 Volt	Nein/ja/ja/nein. Nur Offset -0,3 bis +0,3 Volt	Nein/ja/nein/nein. Nur Offset +0,0 bis +0,5 Volt
SoC-/IOH-Spannung	Einstellbar/einstellbar	Nicht einstellbar/nicht einstellbar	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer Speichertakt	DDR4-3200	DDR4-3200	DDR4-3200	DDR4-3200
Maximale Speicherspannung	1,80 Volt	1,40 Volt	2,00 Volt	Nur Offset, max. +0,3 V
Lüftersteuerung	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; minimal 20% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weiterer Lüfter; min. 0% PWM	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	Kurvensteigung wählbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Keine	Keine	Überhitzte Spannungswandler führen zu Taktsenkung in Lasttest	Mit einigen RAM-Modulen kein Boot möglich
Leistung (60 %)	**3,41**	**3,46**	**3,59**	**3,62**
Realer Referenztakt (lt. CPU-Z)	99,80 MHz	99,80 MHz	99,80 MHz	99,80 MHz
Witcher 2 EE, 1080p, kein AA/AF	115,5 Fps	112,7 Fps	114,4 Fps	115,6 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	125,8 Sekunden	121,3 Sekunden	125,3 Sekunden	121,3 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	35.537 MB/s	35.523 MB/s	35.899 MB/s	36.055 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 8.1	31,2 Sekunden	33,7 Sekunden	31,0 Sekunden	59,0 Sekunden
Temp. Spannungswandler1/2/IOH***	79/54/51 °C	86/44/52 °C	92/53/50 °C	92/48/49 °C
Stromverbr.**** Soft-Off/Leerl./Last***	1,6/48,1/357 Watt	1,5/48,1/346 Watt	1,5/55,7/348 Watt	2,1/53,9/350 Watt
FAZIT	⊕ Befriedigende Kühlung ⊖ Keine volle ATX-Breite ⊖ Nur 3 Lüfteranschlüsse	⊕ Sehr günstig ⊕ Trotz µATX gut erweiterbar ⊖ Nur 2 PWM-Lüfteranschlüsse	⊕ Durchdachtes Layout ⊕ Sound und Lüftersteuerung vollwertig ⊖ Kühlung ungenügend	⊕ RGB-LED-Lüfter beiliegend ⊖ Sehr lange Bootzeit ⊖ Kühlung mangelhaft
	Wertung: **3,25**	Wertung: **3,36**	Wertung: **3,39**	Wertung: **3,42**

Testsystem: Ryzen 7 1800X, Palit GTX 980 Ti Super Jetstream 110 % Powertarget, 91 °C Temptarget; 2 × 8 GiB Kingston DDR4-2400, EKL Alpenföhn Brocken Eco bei 900 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. PCI-E-Geschwindigkeitsangaben mit Ryzen-7-CPU (Summit Ridge). Funktionsumfang mit A-Serien-APUs (Bristol Ridge) ist reduziert. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Prime95 v25.6 + Witcher 2 Enhanced Edition maximierte Details, kein Übersampling, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****ganzes System mit Ryzen 7 1800X und MSI GTX 980 an Seasonic-80-Plus-Gold-Netzteil.

AM4-MAINBOARDS MIT X370

Auszug aus der Testtabelle mit 160 Wertungskriterien

Produkt	Crosshair VI Hero	AX370-Gaming 5	X370 Xpower Gam. Titan.	X370 Killer SLI	Prime X370-pro
Hersteller (Website)	Asus (www.asus.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	MSI (www.msi.com)	Asrock (www.asrock.de)	Asus (www.asus.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 220,-/befriedigend	Ca. € 150,-/gut	Ca. € 200,-/befriedigend	Ca. € 120,-/gut	Ca. € 140,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1582881	www.pcgh.de/preis/1582173	www.pcgh.de/preis/1580650	www.pcgh.de/preis/1582146	www.pcgh.de/preis/1582178
I/O-Hub; UEFI-; Board-Revision	AMD X370; 0902; 1.03	AMD X370; F5D; 1.0	AMD X370; 1.26; 1.1	AMD X370; 1.63; 1.03	AMD X370; 0504; 1.03
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20 %)	**2,55**	**2,38**	**2,42**	**2,85**	**2,61**
Speicherslots	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4	4× DDR4
PCI-Express-Standard*	2.0/3.0/–/2.0/3.0/2.0/2.0	2.0/3.0/–/2.0/3.0/2.0/2.0	2.0/3.0/–/2.0/3.0/2.0/2.0	2.0/3.0/–/2.0/3.0/2.0/2.0	–/3.0/2.0/2.0/3.0/2.0/2.0
PCI-E-CPU-Lane-Verteilungsoptionen*	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–	–/×16/–/–/×0/–/– oder –/×8/–/–/×8/–/–
PCI-E-IOH-Lane-Verteilungsoptionen*	×0/–/–/×0/–/×0/×4 oder ×1/–/–/×1/–/×1/×1	×0/–/–/×0/–/×0/×4 oder ×0/–/–/×1/–/×1/×2 oder ×1/–/–/×1/–/×1/×1	×1/–/–/×1/–/×1/×4	×1/–/–/×1/–/×1/×1	–/–/×0/×1/–/×0/×4 oder –/–/×1/×1/–/×1/×2
SATA	8× 6 GBit/s (6× X370)	8× 6 GBit/s (6× X370), 4 als 2× SATA-Express (PCI-Express 2.0 ×2) nutzbar	6× 6 GBit/s (6× X370)	6× 6 GBit/s (6× X370)	8× 6 GBit/s (6× X370)
NVME, Anbindung*, Format	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110; 1× U.2 (deaktiviert ersten M.2)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×4, 42/60/80 (deaktiviert PCI-E-×4); 1× U.2 (deaktiviert ersten M.2)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-2.0-×2, 42/60/80;	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110
Onboard-LAN	1× Gigabit (Intel I211-AT)	2× Gigabit (Intel I211-AT + Killer E2500)	1× Gigabit (Intel I211-AT)	1× Gigabit (Intel I211-AT)	1× Gigabit (Intel I211-AT)
Wireless	– (vorbereitet: M.2 e-Key, PCI-E-2.0-×1)	–	–	– (vorbereitet: M.2 e-Key, PCI-E-2.0-×1, Antennenhalterung)	–
Monitor-Anschlüsse	–	HDMI	HDMI/Display Port	HDMI	HDMI/Display Port
USB extern/intern	2×/1× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 8×/2× USB 3.0; 4×/2× USB 2.0	4×/0× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern); 6×/4× USB 3.0; 0×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 4×/4× USB 3.0; 3×/4× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern); 6×/4× USB 3.0; 0×/5× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon ×0 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 6×/2× USB 3.0 (davon ×1/×0 Typ-C); 0×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	–	PS/2-Maus-und-Tastatur-Combo-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Tastatur-Port; PS/2-Maus-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header
Sound-Chip	Realtek "S1220"	2× Realtek ALC1220	Realtek ALC1220	Realtek ALC892	Realtek "S1220A"
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/wechselbarer OP-AMP	Ja/nein/nein	Nein/nein/nein	Ja/nein/nein	Nein/nein/nein	Nein/nein/nein
Audio-Aus-/Eingänge	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo
Lüfteranschlüsse	7× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM	5× 4-Pin PWM	5× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM
Sonstige Ausstattung	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen; Anschluss für Durchflussmesser; Anschluss für drei Temperatursensoren; Spannungsmesspunkte	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter; Dual-UEFI; Regelbare RGB-Beleuchtung; je ein Anschluss für RGBW- und RGB-LED-Streifen; Anschluss für zwei Temperatursensoren; Spannungsmesspunkte	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Regelbare RGB-Beleuchtung; Anschluss für RGB-LED-Streifen	Clear-CMOS-Jumper; Regelbare RGB-Beleuchtung; drei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen	Clear-CMOS-Jumper; Regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen; Anschluss für Temperatursensor
Beiliegend	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 1× RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 1× RGBW-Verlängerungskabel; Handbuch Deutsch	6× SATA-Kabel; SLI-Brücke; 1× Y-RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	2× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Englisch
Eigenschaften (20 %)	**1,96**	**1,87**	**2,19**	**1,86**	**1,87**
Abstand** CPU <> 1./2. RAM-Slot	72/81 Millimeter	71/81 Millimeter	74/83 Millimeter	75/84 Millimeter	72/81 Millimeter
Abstand** CPU <> 1./2. Spannungswandlerkühler	76/74 Millimeter	87/73 Millimeter	81/63 Millimeter	85/72 Millimeter	100/80 Millimeter
Abstand** CPU <> 1. PCI-E-×16	84 Millimeter	90 Millimeter	97 Millimeter	93 Millimeter	87 Millimeter
Abstand PEG 1 <> 2	2 Slots	2 Slots	2 Slots	2 Slots	2 Slots
CPU-Multiplikator/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 1,7 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 1,8 Volt	Nein/nein/nein/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,7 Volt	Nein/ja/nein/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 2,5 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,0 Volt
SoC-/IOH-Spannung	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/nicht einstellbar	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/nicht einstellbar	Einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer Speichertakt	DDR4-3200	DDR4-3200	DDR4-3200	DDR4-3200	DDR4-3200
Maximale Speicherspannung	2,16 Volt	2,00 Volt	2,00 Volt	1,50 Volt	1,80 Volt
Lüftersteuerung	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; minimal 20% PWM	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; minimal 20% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/–	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar
Stabilitäts- & Praxis-Probleme	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine
Leistung (60 %)	**3,19**	**3,28**	**3,34**	**3,31**	**3,43**
Realer Referenztakt (lt. CPU-Z)	99,80 MHz	99,80 MHz	99,80 MHz	99,80 MHz	99,80 MHz
Witcher 2 EE, 1080p, kein AA/AF	114,1 Fps	113,5 Fps	115,7 Fps	115,5 Fps	111,2 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	121,9 Sekunden	121,2 Sekunden	121,6 Sekunden	122,1 Sekunden	121,7 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	35.808 MB/s	35.321 MB/s	35.791 MB/s	35.658 MB/s	35.593 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 8.1	46,2 Sekunden	30,2 Sekunden	43,7 Sekunden	36,9 Sekunden	39,3 Sekunden
Temp. Spannungswandler1/2/IOH***	58/54/50 °C	79/46/44 °C	78/52/53 °C	76/67/53 °C	75/56/49 °C
Stromverbr.**** Soft-Off/Leerl./Last***	3,2/53,2/344 Watt	1,5/51,5/344 Watt	1,1/48,9/353 Watt	1,4/51,0/353 Watt	1,4/53,0/350 Watt
FAZIT	⊕ Kühle Spannungswandler ⊕ AM3-Kühlerhalterung ⊕ Temperatursens.- & DFS-Anschl.	⊕ 4× USB 3.1 ⊕ 2× Temperatursensor ⊕ Relativ kurze Bootzeit	⊕ Front-USB-3.1 ⊕ Viel Platz für CPU-Kühler ⊖ Teuer	⊕ 2× M.2-m- & 1× -e-Key ⊕ HB-SLI-Brücke beiliegend ⊖ Kein PCI-Express ×4	⊕ Front-USB-3.1 ⊕ 1× Temperatursensoranschluss ⊖ GPU-Kühler verdecken Slots
	Wertung: **2,81**	Wertung: **2,82**	Wertung: **2,93**	Wertung: **2,93**	Wertung: **2,95**

Testsystem: Ryzen 7 1800X, Palit GTX 980 Ti Super Jetstream 110 % Powertarget, 91°C Temptarget; 2 × 8 GiB Kingston DDR4-2400, EKL Alpenföhn Brocken Eco bei 900 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. PCI-E-Geschwindigkeitsangaben mit Ryzen-R7-CPU (Summit Ridge). Funktionsumfang mit A-Serien-APUs (Bristol Ridge) ist reduziert. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Prime95 v25.6 + Witcher 2 Enhanced Edition maximierte Details, kein Übersampling. Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****ganzes System mit Ryzen 7 1800X und MSI GTX 980 an Seasonic-80-Plus-Gold-Netzteil.

Intel-High-End: Sockel 2066 (Skylake X/Kaby Lake X)

SOCKEL-2066-MAINBOARDS Auszug aus der Testtabelle mit 160 Wertungskriterien					
Produkt	**X299 Prof. Gaming i9**	**X299 Gaming Pro Carb. AC**	**TUF X299 Mark 2**	**X299 Raider**	**X299 Aorus Gaming 9**
Hersteller (Website)	Asrock (www.asrock.de)	MSI (www.msi.com)	Asus (www.asus.de)	MSI (www.msi.com)	Gigabyte (www.gigabyte.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 330,-/ausreichend	Ca. € 300,-/befriedigend	Ca. € 230,-/gut	Ca. € 190,-/gut	Ca. € 500,-/ungenügend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1641217	www.pcgh.de/preis/1632012	www.pcgh.de/preis/1641192	www.pcgh.de/preis/1641249	www.pcgh.de/preis/1631550
PCH; UEFI-; Board-Revision	X299; 1.2; 1.28	X299; 1.10; 1.1	X299; 0402; 1.01	X299; 1.10; 1.0	X299; F6i; 1.0
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**1,34**	**1,32**	**1,81**	**1,63**	**1,39**
Speicherslots	8× DDR4	8× DDR4	8× DDR4	8× DDR4	8× DDR4
PCI-E-3.0-Verteilung, 16-Lane-CPU (Core i5-7640X/Core i7-7740X)*	–/×16/–/×0/×0/–/×0 und CPU-M.2 deaktiviert oder –/×8/–/×0/×4/–/×0	–/×8/–/×0/×8/–/×0 oder –/×8/–/×4/×4/–/×0	–/×16/–/–/×0/–/×0 oder –/×8/–/–/×8/–/×0	–/×16/–/–/×0/–/×0 oder –/×8/–/–/×8/–/×0 oder –/×8/–/–/×4/–/×4	–/×16/–/×0/×0/–/×0 oder –/×8/–/×0/×8/–/×0 oder –/×8/–/×4/×4/–/×0
PCI-E-3.0-Verteilung, 28-Lane-CPU (Core i7-7800X/-7820X)*	–/×16/–/×0/×8/–/×0 oder –/×8/–/×0/×8/–/×8	–/×16/–/×4/×8/–/×0 oder –/×8/–/×4/×8/–/×8	–/×16/–/–/×8/–/×0	–/×16/–/–/×8/–/×4	–/×16/–/×4/×8/–/×0 oder –/×8/–/×4/×8/–/×8
PCI-E-3.0-Verteilung, 44-Lane-CPU (beliebiger Core i9)*	–/×16/–/×8/×16/–/×0 oder –/×8/–/×8/×16/–/×8	–/×16/–/×4/×16/–/×8	–/×16/–/–/×16/–/×8	–/×16/–/–/×16/–/×8	–/×16/–/×4/×16/–/×0 oder –/×8/–/×4/×16/–/×8
PCI-E-3.0-Verteilung, PCH-Lanes*	–/–/–/–/–/×1/– (PCI-E 2.0!)	–/–/×1/–/–/×1/–	–/–/×1/×2/–/×1/–	–/–/–/×4/–/×1/–	–/–/–/–/–/×4/–
SATA	8× 6 GBit/s (X299) + 2× 6 GBit/s (ASM1061)	8× 6 GBit/s (8× X299)	6× 6 GBit/s (8× X299)	8× 6 GBit/s (8× X299)	8× 6 GBit/s (8× X299)
NVME, Anbindung*, Format	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80 (via CPU)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× U.2 (deaktiviert 4× SATA)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110 (vertikal mit Halterung)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110 (deaktiviert 4× SATA); 1× U.2 (deaktiviert PCH-PCI-E ×4)	1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80 (deaktiviert 4× SATA); 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 60/80/110 (via CPU, deaktiviert oberen ×4-Slot)
Onboard-LAN	1× 10 GBit + 2× GBit (Aquantia AQC107 + Intel I219-V + Intel 211AT)	1× GBit (Intel I219-V)	1× GBit (Intel I219-V)	1× GBit (Intel I219-V)	2× GBit (Intel 219-V + Killer E2500)
Wireless	802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 3168)	802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 8265)	–	-	802.11 ac; Bluetooth 4.1 (Killer 1535)
USB extern/intern	2×/1× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 4×/4× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 4×/4× USB 3.0; 3×/4× USB 2.0	2×/0× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern); 4×/4× USB 3.0; 4×/2× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 4×/4× USB 3.0; 4×/4× USB 2.0	5×/1× USB 3.1 (davon ×1 Typ-C extern/×1 USB-3.1-spezial-Front-Panel-Header); 4×/4× USB 3.0; 0×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port; COM-Header	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port
Sound-Chip	Realtek ALC1220	Realtek ALC1220	Realtek "S1220A"	Realtek ALC1220	Realtek ALC1220
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/ wechselbarer OP-AMP	Ja/nein/nein	Ja/nein/nein	Nein/nein/nein	Ja/nein/nein	Ja/nein/nein
Audio-Aus-/Eingänge	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo
Lüfteranschlüsse	5× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM	8× 4-Pin PWM
Sonstige Ausstattung	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Dual-UEFI; Regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen; Thunderbolt-Header	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Dual-UEFI; Regelbare RGB-Beleuchtung; Anschluss für RGB-LED-Streifen	Status-LEDs; Clear-CMOS-Jumper; Regelbare RGB-Beleuchtung; Thunderbolt-Header; Anschluss für Temperatursensor	Status-LEDs; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Dual-UEFI; Anschluss für RGB-LED-Streifen; Thunderbolt-Header	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter; Dual-UEFI; Regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGBW-LED-Streifen; Anschluss für digitale LED-Streifen (5 V und 12 V); Thunderbolt-Header; Anschlüsse für zwei Temperatursensoren; Spannungsmesspunkte; Thunderbolt-3-Controller
Beiliegend	4× SATA-Kabel; Triple-SLI- und HB-SLI-Brücke; Handbuch teilweise Deutsch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; wechselbare Zierblenden; 1× Y-RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Englisch	6× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 2× RGBW-Verlängerungskabel; Anschlusskabel für digitale LED-Streifen; Adpaterkarte PCI-E auf M.2 mit Kühlkörper; Adapter M.2 auf U.2; Handbuch Englisch;
Eigenschaften (20%)	**1,39**	**1,55**	**1,40**	**1,55**	**1,45**
Abstand CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler l./o.**	56/65 Millimeter; –/53 Millimeter	57/66 Millimeter; – (23 mm flach)	57/66 Millimeter; – (23 mm flach)	58/67 Millimeter; –/68 Millimeter	58/67 Millimeter; –/63 Millimeter
Abstand CPU <> PCI-E-×16**	96 Millimeter	82 Millimeter	87 Millimeter	82 Millimeter	82 Millimeter
Abstand PEG 1 <> 2	2 Slots	2 Slots	2 Slots	2 Slots	2 Slots
Multiplikator-CPU/-AVX/-AVX512/ aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/ gekoppelt/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/ gekoppelt/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar/einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,0 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,1 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,0 bis 1,9 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,1 Volt	Ja/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,5 bis 1,7 Volt
Mesh-/IMC-/PCH-Spannung	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar/einstellbar
Max. wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-4400; 2,00 Volt	DDR4-4400; 2,00 Volt	DDR4-4400; 2,10 Volt	DDR4-4400; 2,00 Volt	DDR4-5800; 2,00 Volt
Lüftersteuerung	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 20% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	–/aktivierbar	–/aktivierbar	–/aktivierbar	–/aktivierbar
Leistung (60%)	**2,52**	**2,49**	**2,47**	**2,64**	**2,79**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	100,00 MHz	100,00 MHz	100,00 MHz	100,00 MHz	100,00 MHz
Witcher 3 1080p kein AA/AF	137,6 Fps	146,1 Fps	138,4 Fps	146,7 Fps	142,7 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	97,8 Sekunden	97,1 Sekunden	98,3 Sekunden	97,3 Sekunden	97,8 Sekunden
AIDA Memory Bench - Kopierrate	61.449 MB/s	65.915 MB/s	62.207 MB/s	65.916 MB/s	64.232 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	27,7 Sekunden	37,7 Sekunden	33,5 Sekunden	32,5 Sekunden	30,9 Sekunden
Temp. Spannungswandler/IOH* **	56/45 °C (64/44 °C mit ungedros. CPU)	71/39 °C	65/43 °C (84/41 °C mit ungedros. CPU)	86/39 °C	76/49 °C
Stromver.** Soft-Off/Leerl./Last*****	2,9/68,6/404 Watt	3,1/60,1/469 Watt	1,6/48,1/394 Watt	1,9/62,4/466 Watt	4,8/68,6/464 Watt
FAZIT	⊕ 10-Gigabit-LAN onboard ⊕ Auch übertaktet kühl ⊕ Großer Abstand CPU <-> GPU	⊕ Onboard WLAN ⊕ Überdurchschnittliche Leistung ⊖ Hoher Stromverbrauch	⊕ ×16 auch mit Kaby Lake ⊕ Relativ sparsam ⊖ Übertaktet heiß	⊕ Günstig ⊕ Überdurchschnittliche Leistung ⊖ Verbrauch & Temperaturen	⊕ Vielseitige Lüftersteuerung ⊕ Akzeptable Kühlung ⊖ 8 von 44 CPU-Lanes ungenutzt
	Wertung: 2,06	**Wertung: 2,07**	**Wertung: 2,12**	**Wertung: 2,22**	**Wertung: 2,24**

Testsystem: Core i9-7900X, Asus Strix GTX 1080 110 % Powertarget, 91°C Temptarget, 4 × 4 GiB Crucial DDR4-2666, EKL Alpenföhn Brocken Eco bei 1.440 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit i9-7900X und Asus GTX 1080 an Seasonic-80-Plus-Gold-Netzteil.

AMD-High-End: Sockel TR4 (Ryzen Threadripper)

SOCKEL-TR4-MAINBOARDS
Auszug aus Testtabelle mit 160 Wertungskriterien

Produkt	X399 Taichi	Zenith Extreme	X399 Aorus Gaming 7	X399 Gaming Pro Carbon AC
Hersteller (Website)	Asrock (www.asrock.de)	Asus (www.asus.de)	Gigabyte (www.gigabyte.de)	MSI (www.msi.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 320,-/befriedigend	Ca. € 500,-/mangelhaft	Ca. € 320,-/befriedigend	Ca. € 330,-/befriedigend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1664939	www.pcgh.de/preis/1664907	www.pcgh.de/preis/1664932	www.pcgh.de/preis/1664957
I/O-Hub; UEFI-; Board-Revision	AMD X399; 1.80; 1.02	AMD X399; 0701; 1.01	AMD X399; F3g; 1.0	AMD X399; 1.6; 1.1
Gehäuse-Format; Höhe × Breite	ATX; 305 × 244 mm	E-ATX; 305 × 277 mm	ATX; 305 × 244 mm	ATX; 305 × 244 mm
Ausstattung (20%)	**1,56**	**1,27**	**1,67**	**1,62**
Speicherslots	8× DDR4	8× DDR4	8× DDR4	8× DDR4
PCI-E-Standard*	3.0/–/3.0/2.0/3.0/–/3.0	3.0/–/3.0/2.0/3.0/2.0/3.0	3.0/–/3.0/2.0/3.0/–/3.0	3.0/2.0/3.0/–/3.0/2.0/3.0
PCI-E-Verteilungsoptionen, CPU-Lanes*	×16/–/×8/–/×16/–/×8	×16/–/×8/–/×16/–/×8	×16/–/×8/–/×16/–/×8	×16/–/×8/–/×16/–/×8
PCI-E-Verteilungsoptionen, I/O-Hub-Lanes*	–/–/–/×1/–/–/–	–/–/–/×4/–/×1/–	–/–/–/×4/–/–/–	–/×1/–/–/–/×1/–
SATA	8× 6 GBit/s (8× X399)	6× 6 GBit/s (8× X399)	8× 6 GBit/s (8× X399)	8× 6 GBit/s (8× X399)
NVME, Anbindung, Format	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80; 1× U.2 (deaktiviert ersten M.2)	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 30/42/60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× U.2 (reduziert zweiten PCI-E ×8 zu ×4)	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 60/80/110; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80	2× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80; 1× M.2 m-Key, PCI-E-3.0-×4, 42/60/80/110
Onboard-LAN	2× GBit (2× Intel I211-AT)	1× 10 GBit + 1× GBit (Aquanta AQC107 auf PCI-E-×4-Karte + Intel 211-AT onboard)	1× GBit (Killer E2500)	1× GBit (Intel 211-AT)
Wireless	802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 3168NGW)	802.11 ad; Bluetooth 4.1 (Atheros QCA9008-TBD1)	802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel 8265NGW)	802.11 ac; Bluetooth 4.2 (Intel-8265NGW-M.2-e/b-Modul auf Adapterkarte für ×1-Slot)
USB extern/intern	2×/0× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern); 8×/4× USB 3.0; 0×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 8×/4× USB 3.0; 0×/2× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 8×/2× USB 3.0; 0×/4× USB 2.0	2×/1× USB 3.1 (davon 1× Typ-C extern/1× USB-3.1-Front-Panel-Header intern); 8×/4× USB 3.0; 2×/4× USB 2.0
Legacy-Schnittstellen extern/intern	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	–	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port	PS/2-Maus-oder-Tastatur-Flex-Port
Sound-Chip	Realtek ALC1220	Realtek „S1220"	Realtek ALC1220	Realtek ALC1220
Kopfhörer-Verstärker/DTS oder DDL/externer DAC	Ja/ja/nein	Ja/nein/ja	Nein/nein/nein	Ja/nein/nein
Audioaus-/-eingänge	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo	7.1, optisch/1× Stereo
Lüfteranschlüsse	5× 4-Pin PWM	7× 4-Pin PWM; 2× 3-Pin/4-Pin ohne PWM	8× 4-Pin PWM	6× 4-Pin PWM
Sonstige Ausstattung	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter; regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen	Multifunktionsdisplay; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; Clear-CMOS-Jumper; regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGB-LED-Streifen; Anschluss für adressierbare LED-Streifen (5 V); Anschluss für Durchflussmesser; Anschlüsse für drei Temperatursensoren; ein Lüfter für Spannungswandlerkühlung; Spannungsmesspunkte	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter; Dual-UEFI; regelbare RGB-Beleuchtung; zwei Anschlüsse für RGBW-LED-Streifen; Anschluss für adressierbare LED-Streifen (5 V und 12 V); Anschlüsse für zwei Temperatursensoren	Statussegmentanzeige; Power- und Reset-Schalter; Clear-CMOS-Schalter am I/O-Panel; regelbare RGB-Beleuchtung; Anschluss für RGB-LED-Streifen; Anschluss für adressierbare LED-Streifen (5 V)
Beiliegend	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; Handbuch Deutsch	6× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 3× Temperatursensor; 1× RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch; USB-Stick mit Treibern; Stütze für Grafikkarten	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; 2× Temperatursensor; 2× RGBW-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch	4× SATA-Kabel; HB-SLI-Brücke; wechselbare Zierblenden; 1× Y-RGB-Verlängerungskabel; Handbuch Englisch
Eigenschaften (20%)	**1,79**	**1,73**	**1,92**	**2,12**
Abstand** CPU <> 1./2. RAM-Slot; <> Spannungswandlerkühler links/oben	67/76 Millimeter; –/62 Millimeter	76/85 Millimeter; –/63 Millimeter	66/76 Millimeter; –/62 Millimeter	66/75 Millimeter; –/60 Millimeter
Abstand** CPU <> PCI-E-×16	79 Millimeter (2.×16: 160 mm)	67 Millimeter (2.×16: 148 mm)	79 Millimeter (2.×16: 160 mm)	78 Millimeter (2.×16: 159 mm)
Abstand PEG 1 <> 2	3 Slots	3 Slots	3 Slots	3 Slots
CPU-Multiplikator/aktive Kernzahl/Referenztakt	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/nicht einstellbar	Anheb- und absenkbar/einstellbar/einstellbar
Vcore adaptiv/Offset nach oben/nach unten/Vdroop-Gegenmaßnahme	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 2,5 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,8 bis 2,2 Volt	Nein/ja/ja/ja, konfigurierbar. Bereich: 1,2 bis 1,7 Volt	Nein/nein/nein/ja, konfigurierbar. Bereich: 0,9 bis 1,7 Volt
SoC-/IOH-Spannung	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar	Einstellbar/einstellbar
Maximal wählbarer RAM-Takt; -Spannung	DDR4-4000; 2,24 Volt	DDR4-4000; 2,16 Volt	DDR4-4000; 2,00 Volt	DDR4-4000; 1,50 Volt
Lüftersteuerung	4,5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	3-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter	5-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM	4-Punkt-Kurve konfigurierbar; CPU + weitere Lüfter; min. 0% PWM
Virtualisierung SVM/IOMMU	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar	Aktivierbar/aktivierbar
Leistung (60%)	**2,02**	**2,41**	**2,26**	**2,29**
Realer Referenztakt (CPU-Z)	99,76 MHz	99,94 MHz	99,76 MHz	99,94 MHz
Witcher 3, 1080p, kein AA/AF	111,4 Fps	108,5 Fps	111,3 Fps	110,6 Fps
Lightroom 5.6, Export 30 RAWs	109,5 Sekunden	110,8 Sekunden	110,0 Sekunden	110,3 Sekunden
AIDA Memory Bench – Kopierrate	68.608 MB/s	68.434 MB/s	67.228 MB/s	66.882 MB/s
Boot-Zeit Desktop Windows 10	25,4 Sekunden	40,4 Sekunden	25,9 Sekunden	31,7 Sekunden
Temperatur Spannungswandler l./o./IOH***	44/66/42 °C	51/66/51 °C (Lüfter inaktiv)	54/72/47 °C	51/70/44 °C
Stromver.**** Soft-Off/Leerlauf/Last***	1,3/60,1/363 Watt	4,3/66,2/380 Watt	4,0/66,2/381 Watt	1,9/70,8/369 Watt
FAZIT	⊕ Akzeptable Bootzeit ⊕ Relativ sparsam ⊕ Für TR4-Verhältnisse günstig	⊕ 10-GBit-LAN-Karte beiliegend ⊕ Aufwendiger Onboard-Sound ⊖ Geringer Abstand CPU <–> PEG	⊕ Viele Lüfteranschlüsse & -optionen ⊕ Akzeptable Bootzeit ⊖ ATX-Montageloch oben Mitte fehlt	⊕ Viele USB-Anschlüsse ⊕ UEFI-Flash ohne CPU möglich ⊖ WLAN kostet Erweiterungsslot
	Wertung: **1,88**	Wertung: **2,05**	Wertung: **2,08**	Wertung: **2,12**

Testsystem: Ryzen Threadripper 1950X, Asus Strix GTX 1080 110 % Powertarget, 91 °C Temptarget; 4 × 4 GiB Crucial DDR4-2666; EKL Alpenföhn Matterhorn bei 1.300 U/min. *ATX-Slot-Positionen 1/2/3/4/5/6/7, beginnend mit erster Öffnung neben I/O-Panel.. **Ab Sockel-Mitte. Nur Spannungswandlerkühlerteile >2,5 cm. ***Prime95 27.7 + Witcher 3 hohe Details, Messung auf Platinenrückseite, normiert auf 20 °C Umgebungstemperatur. ****Ganzes System mit Threadripper 1950X und Asus GTX 1080 an Seasonic-80-Plus-Gold-Netzteil.

RAM: Kaufberatung

Ohne Speicher geht's nicht und mit dem falschen kommt keine Freude auf: PCGH erläutert, worauf Sie bei dem Erwerb und der Konfiguration von RAM-Modulen achten sollten.

Arbeitsspeicher ist das Bindeglied zwischen dem Hauptprozessor mit ein paar Megabyte an blitzschnellem Cache und Datenspeichern wie Festplatten und SSDs mit Hunderten oder Tausenden von Gigabyte, aber geringerer Geschwindigkeit. Hier werden Daten vorrätig gehalten, die bei Bedarf schnell ausgelesen oder verändert werden müssen.

DDR-Grundlagen

Seit über 15 Jahren kommen unterschiedliche Ausbaustufen von DDR-SDRAM zum Einsatz. Der Namensbestandteil RAM (Random-Access Memory) weist darauf hin, dass auf den gesamten Speicher mit nahezu identischer Geschwindigkeit zugegriffen werden kann. Synchronous Dynamic RAM ist an den Systemtakt (in einem bestimmten Verhältnis) gekoppelt und bietet einen getrennten Daten- und Steuerbus. Bei der Ausbaustufe DDR-SDRAM werden sowohl die steigende als auch die fallende Flanke des Taktsignals zur Datenübertragung genutzt, die Rohleistung verdoppelt sich – man spricht von Double Data Rate (DDR). DDR-Module takten also nicht höher, sondern übertragen doppelt so viele Daten pro Takt. Wundern Sie sich daher nicht, wenn Software wie CPU-Z den Takt eines DDR4-2400-Moduls nur mit 1.200 MHz angibt. Der DDR-Wert ist nämlich nur eine effektive Taktrate, die angibt, mit wie viel Megahertz ein SDRAM-Modul ohne DDR-Technik laufen müsste.

DDR3-RAM ist seit rund zehn Jahren im Handel und dementsprechend weit verbreitet. Seit 2014 ist die aktuelle Ausbaustufe DDR4 erhältlich, die eine Reihe von Verbesserungen bietet. Für PC-Spieler ist vor allem relevant, dass der aktuelle Standard höhere Übertragungsraten und Kapazitäten ermöglicht.

Die Plattformen

DDR3 und DDR4 sind nicht miteinander kompatibel, Einkerbungen an der Kontaktleiste verhindern das Einsetzen in Steckplätze für eine andere Generation. Welche der beiden Speicherstandards für Ihren Rechner infrage kommt, hängt von der Plattform ab:

- Auf Mainboards mit Intels Sockel 2011-v3, 2066 und AM4 lässt sich nur DDR4-Speicher installieren. Dessen Standardspannung beträgt 1,20 Volt, Übertakter-Kits sind typischerweise für 1,35 Volt ausgelegt.
- Coffee-Lake-Prozessoren und Sockel-1151v2-Boards sind nur für DDR4-RAM geeignet. Auch die meisten älteren Sockel-1151-Platinen sind nur für DDR4-RAM ausgelegt. Sowohl Kaby Lake als auch Skylake sind aber auch für DDR3L freigegeben, also DDR3-Sticks mit einer niedrigeren Spannung von 1,35 Volt. Der Betrieb mit Standardmodulen ist möglich, aber nicht von der Garantie gedeckt. Zudem gibt es nur wenige Mainboards mit DDR3-Steckplätzen.
- Alle älteren AMD- und Intel-Plattformen, etwa die Sockel AM3(+), FM2(+), 1150 und 1155, sind für DDR3-Module ausgelegt. Deren Standardspannung beträgt 1,50 Volt, Overclocking-Kits sind allerdings üblicherweise für 1,65 Volt spezifiziert.

Grundsätzliches

Unabhängig vom Speichertyp sollten Sie vor dem Kauf folgende Fragen klären, bei denen das Handbuch oder die Hersteller-Website oft weiterhelfen:

- Wie viele (freie) Steckplätze befinden sich auf der Hauptplatine?
- Überragen Bauteile die Steckplätze, sodass die Höhe der RAM-Module begrenzt wird?
- Welche Speichermenge in GiByte ist maximal (insgesamt/pro Modul) zulässig?
- Für welche Taktfrequenz sind CPU und Mainboard ausgelegt?
- Gibt es sonstige Beschränkungen, etwa bezüglich des internen Aufbaus (Memory Ranks pro Modul)?
- Für Übertakter: Sind die Komponenten für Speicher-Overclocking geeignet?

Neben der Hardware begrenzt auch das Betriebssystem die sinnvolle RAM-Größe. Windows 7 Home Premium unterstützt zum Beispiel nur bis zu 16 GiByte, Windows 8 und 10 mindestens 128 GiByte (in der 64-Bit-Version).

AMDs FX-Serie und Ryzen unterstützen ECC, in Desktop-PCs reicht allerdings „unbuffered", „unregistered" RAM ohne ECC aus. Hinter den Begriffen „fully buffered", „registered" und „ECC" stecken Techniken, die typischerweise die Datenintegrität von Servern mit sehr großen Speichermengen sicherstellen sollen.

Haben Sie freie Steckplätze und möchten Sie die RAM-Menge aufstocken, können Sie der Einfachheit halber den aktuell verbauten

Speicher nachkaufen. Ist baugleicher Speicher nicht mehr (zu einem vernünftigen Preis) erhältlich, bietet sich der Griff zu Sticks mit möglichst ähnlichen Eigenschaften (Taktrate, Kapazität, Spannung, Timings, Ranks) an.

Im Handbuch und auf der Support-Website Ihres Mainboards finden Sie meist Listen kompatibler Speichermodule. Deren Relevanz sollten Sie aber nicht überbewerten: Für Produkttests verwenden wir regelmäßig RAM-Kits, die nicht auf diesen Listen stehen. Inkompatibilität tritt dank präziser Design-Vorgaben durch die Standardisierungsstelle JEDEC für jede DDR-Generation sehr selten auf. Kommt es doch mal zu Problemen, hilft oft schon ein BIOS-Update.

Vorerst keine Schnäppchen

Seit dem Spätsommer 2016 haben sich die Preise für Arbeitsspeicher nach oben bewegt und mehr als verdoppelt. Als Ursache gelten eine gestiegene Nachfrage für Smartphones und Server. Hersteller wie Samsung und SK Hynix stellen eine höhere Ausbeute und neue Fertigungsanlagen in Aussicht, 2018 dürften die Preise aber noch hoch bleiben und frühestens zum Jahresende sinken. Falls Sie in den nächsten Monaten aufrüsten möchten, zahlt sich Warten also voraussichtlich nicht aus.

DDR3: Kleinere Auswahl

Die jüngsten Preisanstiege haben vor allem DDR4-Speicher betroffen, sodass der Vorgänger aktuell etwas günstiger zu haben ist. Für ein Einsteiger-Kit mit 16 GiByte zahlen Sie bei DDR4 mindestens 150 Euro, bei DDR3 lediglich 120 Euro. Dafür nimmt die Menge der verfügbaren DDR3-Kits ab, High-End-Modelle mit Taktraten über DDR3-2400 finden Sie kaum noch bei einem Händler als Neuware.

Welche Speichermenge soll es sein?

Die wichtigste Eigenschaft von RAM ist die Kapazität, denn sie hat den größten Einfluss auf die Leistung des gesamten Systems. Bei einer zu kleinen Speichermenge müssen häufig Inhalte von der SSD oder HDD angefragt werden, da der Arbeitsspeicher voll ausgelastet ist und nicht alle benötigten Daten vorrätig halten kann. Da diese Speichermedien hinsichtlich der Transferrate und Zugriffszeit deutlich langsamer als RAM sind, bekommen Sie diese Wartezeiten bei der Nutzung des PCs zu spüren. Bei einfachen Aufgaben wie Internet-Surfen ist das noch zu verschmerzen, bei PC-Spielen ist aber schnell die Grenze des Erträglichen erreicht.

Die richtige Speichermenge

Zu viel Speicher gibt es nicht. Allerdings können Sie eine höhere Systemleistung erzielen, wenn Sie Ihr Geld statt in einfach möglichst viel Arbeitsspeicher in die tatsächlich benötigte Kapazität und RAM-Module mit besseren Leistungswerten (Takt/Timings) stecken. PC Games Hardware hat in einigen Messreihen untersucht, welche Leistungsunterschiede sich durch den Einsatz von 4, 8, 16 und 32 GiByte RAM in den Titeln Battlefield 1, The Division, The Witcher 3, Doom und Skyrim Special Edition (inklusive Grafikmods) ergeben. Zur Analyse eignen sich Frametime-Diagramme am besten, da sie kleine Nachladeruckler gut sichtbar machen, die sich in Balken-Benchmarks nur durch leicht niedrigere Minimum- oder Durchschnitts-Fps zeigen. Wenn das System innerhalb weniger Minuten mehrfach kurz stockt, leidet das Spielvergnügen stärker, als man anhand der durchschnittlichen Framerate vermuten würde.

Mit 4 GiByte beobachteten wir so starke Ruckler, dass kein Spielspaß aufkommt. Kein Wunder: Diese Speichermenge liegt bereits unter der Herstellervorgabe für zahlreiche Spiele. Mit 8 GiByte waren alle Titel spielbar, Sie müssen aber mit Einschränkungen rechnen: Im Direktvergleich mit 16 GiByte treten mit der halben Speicherkapazität zum Beispiel in Battlefield 1 mehr Mikroruckler auf. Die Frametimes steigen in diesen Fällen auf 20 bis 25 ms, während die Frametimes mit 16 GiByte bei maximal 15 ms Verzögerung liegen. Da die größeren Schwankungen mit 8 GiByte irritieren, schließen wir uns der immer häufiger von Entwicklern ausgegebenen Empfehlung an: Mit 16 GiByte sind Sie in aktuellen Spielen gut aufgestellt. In Einzelfällen wie Ark Park liegt bereits die minimale Systemanforderung bei 16 GiByte!

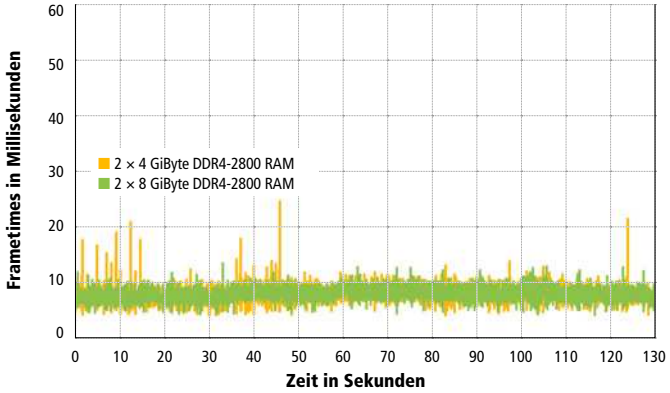
32 GiByte bringen im Direktvergleich mit 16 GiByte kaum Vorteile, auch mit dieser Speichermenge können gelegentlich minimale Ruckler auftreten. Das liegt oft aber nicht an Speichermangel, sondern an Eigenheiten der Engine. Die mit Grafikmods verschönerte Skyrim Special Edition legt beispielsweise immer mal wieder eine kurze Nachladepause ein, wenn man die riesige Spielwelt durchstreift. 32 GiByte sind für Spieler interessant, die ein größeres Budget haben, für alle Fälle gewappnet sein oder gerne Multi-Tasking betreiben möchten. Aus Preis-Leistungs-Sicht lohnt sich diese RAM-Menge noch nicht.

Über den Tellerrand

Falls Sie intensiven Gebrauch von Bildbearbeitung, virtuellen Maschinen und/oder RAM-Disks machen, benötigen Sie womöglich deutlich mehr als 16 oder 32 GiByte Speicher. In diesem Fall können Ihnen Herstellerempfehlungen, die Erfahrungen anderer Nutzer und eigene Beobachtungen weiterhelfen. Photoshop reserviert sich etwa standardmäßig 70 Prozent des zur Verfügung stehenden Arbeitsspeichers und gibt einen Effizienzwert aus, der im Idealfall bei 100 % liegt. Niedrigere Werte weisen auf eine Auslagerung auf die SSD/HDD hin, die sich mit einer RAM-Aufstockung vermeiden lassen.

Zweimal 4 GiByte gegen zwei 8-GiByte-Riegel

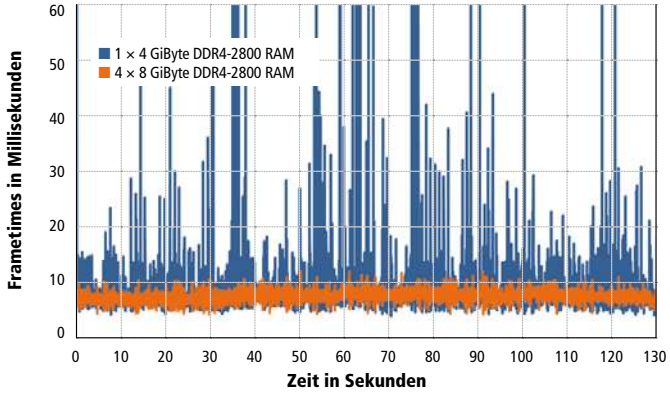
Battlefield 1 – 1.920 × 1.080, „Amiens Extended", Ultra, TAA



System: i7-6900K @ 4,0 GHz, X99, PNY Geforce GTX 1080/8G OC (2.000 MHz,10 GT/s) **Bemerkungen:** 2 × 4 GiByte – Ø-FT: 8,0 ms; schlechtestes Prozent: 11,5 ms; Ø-Fps: 125,2; 2 × 8 GiByte – Ø-FT: 7,9 ms, schlechtestes Prozent: 10,9 ms; Ø-Fps: 126,6 Fps; 16 GiByte bringen recht deutliche Vorteile gegenüber 8 GiByte.

Ein 4-GiByte-Riegel vs. 32 GiByte Quadchannel

Battlefield 1 – 1.920 × 1.080, „Amiens Extended", Ultra, TAA



System: i7-6900K @ 4,0 GHz, X99, PNY Geforce GTX 1080/8G OC (2.000 MHz,10 GT/s) **Bemerkungen:** 1 × 4 GiByte – Ø-FT: 8,5 ms; schlechtestes Prozent: 39,1 ms; Ø-Fps: 117,6; 4 × 8 GiByte – Ø-FT: 7,7 ms, schlechtestes Prozent: 10,1 ms; Ø-Fps: 129,9 Fps; mit nur 4 GiByte Arbeitsspeicher ist BF1 kaum genießbar.

Mehrkanalbetrieb bestmöglich nutzen

Wenn Sie wissen, welche Speichermenge Sie benötigen, sollten Sie planen, wie Sie vom Mehrkanalbetrieb profitieren können. Indem der RAM-Controller zwei, drei oder vier Module gleichzeitig anspricht, lässt sich die Transferrate deutlich erhöhen. Welche Art des Mehrkanalbetriebs Sie nutzen können, hängt von der verwendeten Plattform ab:

- Single Channel ist der Basisbetrieb bei der Verwendung lediglich eines Moduls. Für den alten Sockel AM1 steht nur Single Channel zur Verfügung, unabhängig von der Anzahl der Module.
- Dual Channel ist die am häufigsten genutzte Beschleunigungstechnik, die durchgehend in der Mittelklasse zum Einsatz kommt. Vom Parallelbetrieb zweier Kanäle mit mindestens zwei Riegeln profitieren unter anderem die Besitzer von Mainboards mit den Sockeln AM3(+), AM4, FM2(+), 1150, 1151(-v2), 1155 und 1156.
- Triple Channel debütierte 2008 mit den ersten Core-i7-Prozessoren für den Sockel 1366. Für diese Technik werden mindestens drei Module benötigt.
- Quad Channel, also die gleichzeitige Nutzung von vier Kanälen mit mindestens vier Modulen, steht für die Intel-Sockel 2011(-v3), 2066 und AMDs Threadripper-Sockel TR4 zur Verfügung.

Alle Plattformen unterstützen auch einfachere Mehrkanalverfahren. Auf einem Sockel-2066-PC können Sie also beispielsweise auch Dual und Triple Channel nutzen.

Kits sind kein Muss

Wichtig: Die Fähigkeit zum Mehrkanalbetrieb ist eine Eigenschaft des Speichercontrollers, der seit dem Athlon 64 beziehungsweise Core i7 in den Prozessor integriert ist. Im Handel angebotene Dual-, Triple- oder Quad-Channel-Kits sind lediglich vom Hersteller für den Mehrkanalbetrieb zusammengestellte, baugleiche Riegel. Diese Produkte sind daher zwar empfehlenswert, aber kein Muss, um die Vorteile des Mehrkanalverfahrens nutzen zu können. Sie benötigen nicht einmal Module mit identischer Kapazität, wenn Sie sich an einige Grundlagen halten.

Gleiche Kapazität pro Kanal

Jeder RAM-Slot auf dem Mainboard ist einem Kanal zugeordnet. Für den optimalen Betrieb muss die in allen Kanälen zur Verfügung stehende Speichermenge identisch sein. Für Dual Channel besteht also die einfachste Methode darin, zwei Module mit identischer Kapazität in die richtigen Slots zu stecken. Bei einer Hauptplatine mit vier Steckplätzen sind das oft der am weitesten vom Prozessor entfernte sowie der ihm zweitnächste Steckplatz. Üblicherweise gehören die beiden inneren Steckplätze zu einem Kanal, die beiden äußeren Einbaumöglichkeiten zum anderen Kanal. Ziehen Sie bei Zweifeln das Handbuch Ihres Mainboards hinzu.

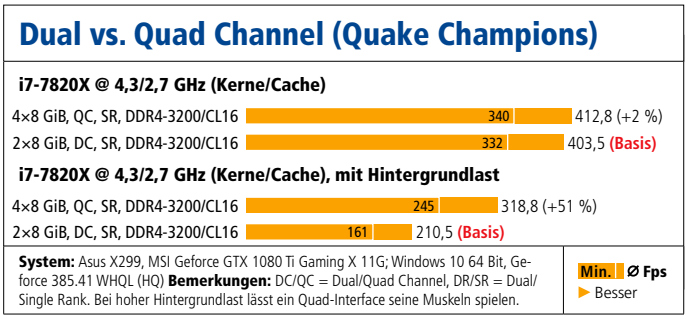
Auch mit drei Modulen funktioniert Dual Channel, solange Sie zwei Module mit der halben Kapazität des größeren Moduls haben. Dann stecken Sie z. B. 1 × 8 GiByte in einen Steckplatz von Kanal A und 2 × 4 GiByte in zwei Steckplätze von Kanal B. Bei vier Modulen können Sie nach dem gleichen Prinzip vorgehen. Falls es nicht möglich sein sollte, alle Kanäle mit der gleichen Kapazität zu bestücken, dann sollten Sie die Module so auf die Steckplätze verteilen, dass Sie der Idealverteilung möglichst nahekommen. Je größer der Kapazitätsüberschuss in einem Kanal, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass das System bei einem Zugriff auf das langsamere Niveau zurückfällt. Dieses Prinzip gilt auch für Triple und Quad Channel, nur müssen Sie bei vielen unterschiedlichen Sticks mitunter mehr kopfrechnen, um die beste Belegung herauszufinden.

Die Vorteile

Im Alltag bringt Mehrkanalbetrieb den größten Nutzen, wenn mehrere Programme gleichzeitig auf den Arbeitsspeicher zugreifen. Wenn Sie beispielsweise einige Gigabyte Daten komprimieren und in der Zwischenzeit nicht warten, sondern etwas spielen möchten, verhelfen mehr Speicherkanäle sowohl zu höheren Bildraten als auch einer kürzeren Kompressionszeit. In Spielen profitieren Sie ohne Hintergrundlast aber auch dann deutlich, wenn die Grafikkarte nicht die Bildrate begrenzt.

Der Mehrkanalbetrieb erhöht den Speicherdurchsatz deutlich und ist praktisch kostenlos, da sich Einzelmodule und Kits mit der gleichen Gesamtkapazität preislich kaum unterscheiden. Sehr hohe Speichermengen lassen sich sogar erst mit mehreren Modulen erreichen. Greifen Sie bei einem Neukauf, etwa beim Wechsel auf DDR4, am besten gleich zu einem Dual-/Quad-Channel-Kit mit zwei/vier identischen Sticks. Wenn Sie Module ersetzen oder die RAM-Menge aufstocken möchten, dann berücksichtigen Sie das Thema Mehrkanalbetrieb vor dem Kauf.

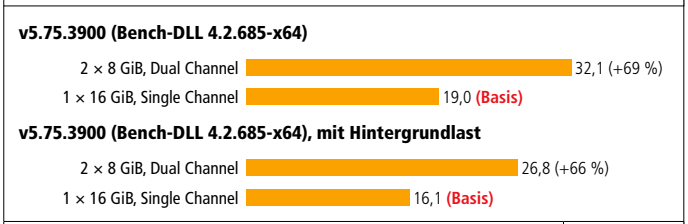
Dual vs. Quad Channel (Quake Champions)



System: Asus X299, MSI Geforce GTX 1080 Ti Gaming X 11G; Windows 10 64 Bit, Geforce 385.41 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** DC/QC = Dual/Quad Channel, DR/SR = Dual/Single Rank. Bei hoher Hintergrundlast lässt ein Quad-Interface seine Muskeln spielen.

Min. Ø Fps
▶ Besser

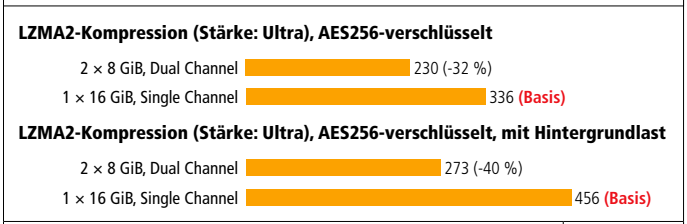
Aida 64 (Kopierrate)



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz, Asus Maximus VIII Extreme, DDR4-2400 (15-15-15-35 2T), 8 GiByte single-ranked, 16 GiByte dual-ranked, EVGA Geforce GTX 980 Ti; Windows 10 64 Bit, Hintergrundlast 2 × HCI Memtest (1 GiB)

GB/s
▶ Besser

7-Zip: Ca. 3 GB komprimieren und verschlüsseln



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz, Asus Maximus VIII Extreme, DDR4-2400 (15-15-15-35 2T), 8 GiByte single-ranked, 16 GiByte dual-ranked, EVGA Geforce GTX 980 Ti; Windows 10 64 Bit, Hintergrundlast 2 × HCI Memtest (1 GiB)

Sekunden
◀ Besser

DARK BASE 700

Beeindruckende Kühlleistung, leiser Betrieb

- Erweiterte Möglichkeiten für individuelle Anforderungen
- Zwei be quiet! Silent Wings 3 140mm PWM Lüfter
- Fortschrittlichste Lüftersteuerung
- Platz für Wasserkühlungsradiatoren bis zu 360mm
- LED-Außenbeleuchtung mit 6 wählbaren Farben

GERMANY'S NO. 1 PSU MANUFACTURER
*GfK 2018

be quiet!

Takt, Timings und Ranks

Neben der Speichermenge und der Kanalbündelung haben auch die Taktfrequenz, die Timings und der interne Aufbau der RAM-Module eine Auswirkung auf die Leistung des PCs.

Overclocking-Überlegungen

Die offiziellen Angaben zum unterstützten Speichertakt fallen bei Intel-CPUs oftmals sehr konservativ aus. Dadurch können Übertakter durch RAM-Overclocking viel zusätzliche Leistung aus dem System herauskitzeln. Grundsätzlich lassen sich alle Module übertakten, für gute Ergebnisse kommt es aber vor allem auf die verbauten Chips an. Die Samsung-Bausteine K4A8G085WB-BCPB zählen zu den potentesten DDR4-Modellen. Die Hersteller sparen jedoch mit Informationen zu den aufgelöteten Exemplaren, sodass ein gezielter Kauf schwierig ist. In PCGH-Tests geben wir nach Möglichkeit die Chips an, die Aufkleber von Corsair und G.Skill lassen beispielsweise Rückschlüsse auf den Chip-Hersteller zu. Auf der sicheren Seite sind Sie mit gut spezifizierten, aber auch teureren Kits. Glücklicherweise lassen sich fast alle günstigen, für DDR4-2133 oder DDR4-2400 spezifizierten Module auf DDR4-3000 oder zumindest DDR4-2666 übertakten. Für diesen Taktbereich müssen Sie oft nicht einmal an der Spannung schrauben oder die Timings entschärfen.

Für höhere Taktfrequenzen benötigen Sie ein wenig Glück bei der Chipgüte und eine geeignete Plattform. Auch die Bestückung spielt eine wichtige Rolle. Faustregel: Je mehr Speichermodule installiert sind, desto eher tendiert das System zu Instabilität. Die Intel-Prozessoren aus der K-Serie für den Sockel 1151(-v2) eignen sich tendenziell besser als Sockel-2011v3-CPUs oder AMD Ryzen, um Taktraten über DDR4-3200 zu erreichen. Die meisten OC-Riegel unterstützen XMP. Wenn Sie im UEFI-Menü ein solches Profil laden, läuft der Speicher nach dem Neustart übertaktet, falls die Plattform mitspielt.

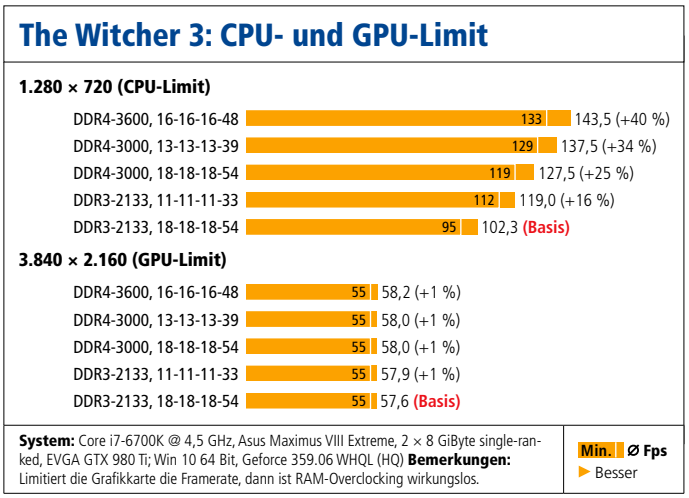
Die Timings entscheiden darüber, wie viele Taktzyklen für eine bestimmte Operation vergehen, niedrige Timings sind daher besser. Üblicherweise sind vier Latenzen, nämlich CAS (CL), RCD, RP und RAS hintereinander aufgeführt, etwa 15-15-15-35. Da es sich um relative Werte handelt, die an die Taktfrequenz gekoppelt sind, behelfen sich manche PC-Tuner auf der Suche nach der idealen Konfiguration damit, anhand der Eckdaten die effektive Zugriffszeit auszurechnen, etwa so: (CAS-Latenz/halber DDR-„Takt“) × 1.000 = Zugriffszeit in Nanosekunden

Wir raten Ihnen allerdings, Ihre Zeit nicht für Rechenspiele, sondern für Benchmarks wie die gestoppte Zeit zum Komprimieren eines Ordners zu investieren: Für DDR4-3000 und CL18 ergeben sich rechnerisch 12 Nanosekunden. Eigentlich müsste DDR4-2133/CL11 mit 10,3 Nanosekunden die schnellere Lösung sein. Wie unsere Benchmarks zeigen, ist im Alltag meistens das Taktplus wichtiger. Ein Grund hierfür ist, dass bei einer Burst-Übertragung nicht nur ein einzelner Zugriff, sondern auch ein Transfer von Daten stattfindet, der bei einem höheren Takt oft schneller abgeschlossen ist.

Dual Rank flotter pro MHz

Die Anzahl der Ranks beschreibt den internen Aufbau der Speichermodule. Module mit einer hohen Kapazität sind meistens dual-ranked. DDR4-Sticks mit 4 GiByte sind grundsätzlich single-ranked, DDR3-Sticks mit 8 GiByte dual-ranked. Mehr Ranks bringen dank Rank-Interleaving ein kleines Leistungsplus. Für die Geschwindigkeit spielt es aber keine Rolle, auf wie vielen Modulen die Ranks verteilt liegen. Vier Single-Rank-Sticks sind bei einem Dual-Channel-System also genau so schnell wie zwei Dual-Rank-Module.

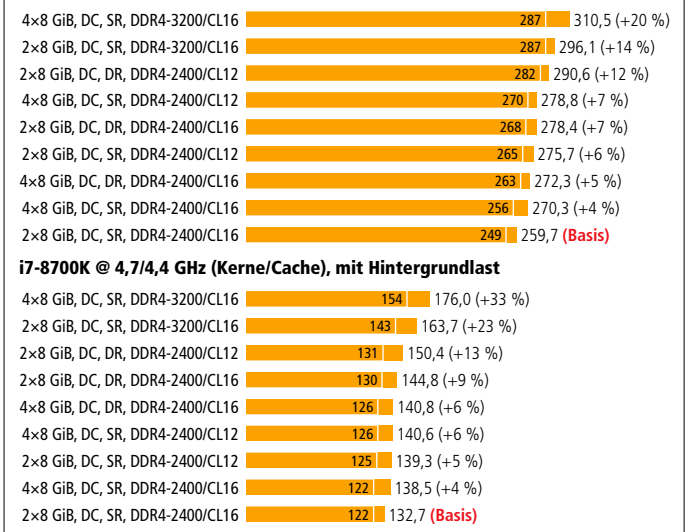
The Witcher 3: CPU- und GPU-Limit



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz, Asus Maximus VIII Extreme, 2 × 8 GiByte single-ranked, EVGA GTX 980 Ti; Win 10 64 Bit, Geforce 359.06 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** Limitiert die Grafikkarte die Framerate, dann ist RAM-Overclocking wirkungslos.

Min. Ø Fps
▶ Besser

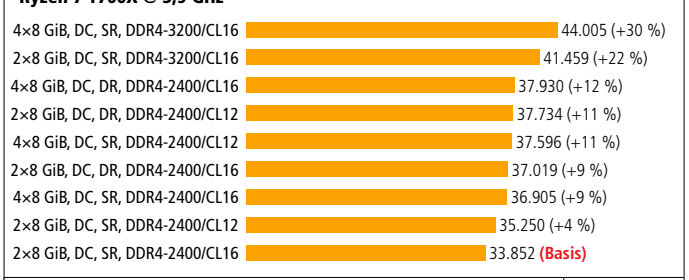
Battlefield 1: Takt und Ranks



System: Asus Z370, MSI Geforce GTX 1080 Ti Gaming X 11G; Windows 10 64 Bit, Geforce 385.41 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** DC/QC = Dual/Quad Channel, DR/SR = Dual/Single Rank

Min. Ø Fps
▶ Besser

Aida64: Kopierrate mit Ryzen



System: Asus X370, MSI Geforce GTX 1080 Ti Gaming X 11G; Windows 10 64 Bit, Geforce 385.41 WHQL (HQ) **Bemerkungen:** DC/QC = Dual/Quad Channel, DR/SR = Dual/Single Rank

MB/s
▶ Besser

SILENT LOOP
Beeindruckende Kühlleistung, leiser Betrieb
- Entkoppelte Reverse-Flow-Pumpe für flüsterleisen Betrieb
- Bis zu drei be quiet! Pure Wings 2 PWM Lüfter
- Vollkupfer-Radiator für hohe Kühlperformance
- Nachfüll-Port für lange Lebensdauer

GERMANY'S NO. 1 PSU MANUFACTURER
*GfK 2018
be quiet!®

Kühler, Optik und empfehlenswerte RAM-Kits

Lüfteraufsätze kühlen prima, brauchen aber viel Platz und sind aus Silent-PCs herauszuhören – die meisten PC-Spieler können guten Gewissens darauf verzichten.

Einfluss der Kühlung und Spannungen

Temperaturen (ermittelt mit Foliensensoren zwischen den Speicherchips)

System: Core i7-5820K @ 3,5 GHz, Asus Rampage V Extreme (UEFI 1401), Zotac GT 640, offene Testplattform; Windows 8.1 x64 **Bemerkungen:** Wer die Speicherspannung erhöht, muss sich auf signifikant höhere Temperaturen gefasst machen.

°C
◀ Besser

Leistungsaufnahme

Max. Leistungsaufnahme (gesamter PC) - HCI Memtest Pro

System: Core i7-5820K @ 3,5 GHz, Asus Rampage V Extreme (UEFI 1401), Zotac GT 640; Win 8.1 x64 **Bemerkungen:** Selbstverständlich benötigen sowohl der Speicher-Controller als auch die Riegel Energie, insgesamt ist das jedoch ein kleiner Posten im PC.

Watt
◀ Besser

Einige Hersteller statten ihre RAM-Module mit großen und mitunter auch aufwendig gestalteten Kühlkörpern aus, manchen Kits liegen Lüfteraufsätze bei. Über den Zubehörmarkt können Sie eine derartige Ausstattung auch nachrüsten – eine gute Investition?

Gute Kühlung sinnvoll

Wenn Sie knapp bei Kasse sind, eher nicht, denn weder DDR3- noch DDR4-Module benötigen zwingend einen Kühler, wie die „nackten" Low-Budget-Riegel der meisten Hersteller beweisen. Dennoch sollten Sie die Kühlung des RAMs nicht völlig vernachlässigen: Wie bei Prozessoren oder Grafikchips senken niedrige Temperaturen den Verschleiß und erhöhen die Overclocking-Reserven leicht. Die Leistung kann bei zu schlechter Wärmeabfuhr sinken, denn wenn das Chipgehäuse 85 °C erreicht, werden zusätzliche Refresh-Zyklen eingelegt. Bei solchen Auffrischungsvorgängen werden die Inhalte der Speicherzelle ausgelesen und neu geschrieben. Damit wird Informationsverlusten vorgebeugt, welche durch die allmähliche Selbstentladung der Kondensatoren des RAM-Moduls drohen. Refresh-Zyklen sind also wichtig, blockieren aber einzelne Speicherzellen für einen kurzen Moment, in dem sie nicht produktiv genutzt werden können.

Eine durchdachte Gehäusebelüftung hilft: Bleibt der Innenraum kühl, überhitzt auch der Arbeitsspeicher nicht. Übertakter-RAM ist ohnehin fast immer mit Kühlkörpern ausgestattet, mit denen eine moderate Überspannung kein Problem darstellt. Sofern Ihr Arbeitsspeicher über einen Temperatursensor verfügt, können Sie ihn mit der Software Thaiphoon Burner (www.softnology.biz) auslesen. Die Behauptung, dass RAM-Kühler keinen oder einen schädlichen Einfluss haben, ist übrigens falsch. Ein gut sitzender Heatspreader senkt die Temperaturen messbar.

… und sonst?

Es spricht nichts dagegen, beim RAM-Kauf auch auf die Optik zu achten, doch dabei sollten Sie im Hinterkopf haben, dass Sie voluminöse CPU-Kühler und Arbeitsspeicher mit großen Kühlblechen aus Platzgründen häufig nicht gleichzeitig verbauen können. Für aufwendige Beleuchtungssysteme sollten Sie natürlich ein Fenster im Seitenteil haben und bereit sein, einen Aufpreis zu zahlen. *(sw)*

Bild: G.Skill

Adata, Corsair, G.Skill, GEIL und Teamgroup bieten DDR4-Module mit konfigurierbarer RGB-Beleuchtung an. Dafür zahlen Sie natürlich einen Preisaufschlag.

2 × 4 GiByte DDR3 günstig & flott

Für aktuelle Spiele raten wir zwar zu 16 GiByte, doch auch 8-GiByte-Kits haben ihre Berechtigung, etwa zum Nachrüsten.

Trotz einer hohen garantierten Taktfrequenz von DDR3-2400 bei den Timings 11-13-13-31 und 1,65 Volt Spannung kostet dieses G.Skill-Duo nur wenige Euro mehr als günstige DDR3-1600-Sticks. Bei einer gut für RAM-Overclocking geeigneten Plattform, etwa mit Haswell- oder Ivy-Bridge-Prozessor, ist das Geld gut angelegt. Der Kühlkörper ist so kompakt, dass keine Kollisionsgefahr mit großen Prozessorkühlern besteht. Preis pro GiB: ca. € 8,13.

www.pcgh.de/preis/939450

ab ca. € 65,-

2 × 8 GiByte DDR3 günstig & flott

Wenn Ihre DDR3-Plattform genug Leistung bietet, lässt sich mit ausreichend RAM die Zeit bis zum nächsten Plattformwechsel verlängern.

Die 16-GiByte-Variante des links vorgestellten Ares-Kits bietet ebenfalls DDR3-2400/11-13-13-31 bei 1,65 Volt, allerdings die doppelte Kapazität pro Modul. Das schnelle Kit ist fair bepreist; reichen Ihnen aber auch garantierte DDR3-1600/9-9-9-24 bei 1,50 Volt, dann können Sie 10 Euro mit dem G.Skill-Kit F3-1600C9D-16GAR (www.pcgh.de/preis/819495) sparen. Hier ist der gleiche kompakte Kühler verbaut, allerdings in Rot.

www.pcgh.de/preis/963412

ab ca. € 130,-

Preiswerte 2 × 4 GiByte DDR4

Für wenig anspruchsvolle Spiele und alltägliche Aufgaben wie Internet-Surfen und Dokumentenbearbeitung reichen bereits 8 GiByte.

Die Aegis-Serie von G.Skill kommt ohne Kühlkörper aus, die Module entsprechen daher der DDR4-Standardhöhe von knapp über 3,1 Zentimetern. Ebenfalls unauffällig sind die Eckdaten des Kits F4-2400C15D-8GIS: Garantiert wird DDR4-2400 (15-15-15-35) bei 1,20 Volt. Höchstleistungen dürfen Sie also nicht erwarten. Für das Speicherset spricht vor allem der Preis und die gute Verfügbarkeit. Preis pro GiB: ca. € 10,63.

www.pcgh.de/preis/1379166

ab ca. € 85,-

Preiswerte 2 × 8 GiByte DDR4

16 GiByte locken mit mehr Spaß beim Multi-Tasking und deutlich gleichmäßigeren Frametimes in Spielen.

Die von Crucial ins Leben gerufene Marke Ballistix bietet mit der Sport-LT-Serie allgemein ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Bei dem Kit BLS2C8G4D26BFSEK erhalten Sie zwei Module mit je 8 GiByte, die für DDR4-2666 (16-18-18) bei 1,20 Volt freigegeben sind. Tipp: Das Kit gibt es auch in Grau oder Weiß – je nach Tagespreis und Verfügbarkeit können Sie sich das beste Angebot herauspicken, falls Ihnen die Farbe egal ist.

www.pcgh.de/preis/1592297

ab ca. € 160,-

2 × 8 GiByte DDR4 für Tuner

Hohe Taktfrequenzen, niedrige Timings – mit diesen Modulen haben Übertakter die Wahl.

Bei den Eckdaten DDR4-3600/16-16-16-36 sollten stets die bei Übertaktern beliebten Samsung-Chips (B-Die) verbaut sein. Darunter fällt das G.Skill-Kit Trident Z F4-3600C16D-16GTZ, dessen Standardspannung 1,35 Volt beträgt. Alternative: G.Skill Flare X mit DDR4-3200/14-14-14-34 @ 1,35 Volt (www.pcgh.de/preis/1590064). Beachten Sie, dass die erste Ryzen-Generation nicht so gut für RAM-OC geeignet ist wie Kaby oder Coffee Lake.

www.pcgh.de/preis/1374972

ab ca. € 240,-

Preiswerte 4 × 4 GiByte DDR4

Nutzer einer Quad-Channel-Plattform verwenden idealerweise mindestens vier Riegel, um höhere Transferraten zu erreichen.

Bei den Ballistix-Sport-LT-Riegeln mit der Produktnummer BLS4C4G4D26BFSE handelt es sich praktisch um die Vierkanalvariante des 16 GiByte fassenden Duos im oberen Kasten. Sowohl die Taktrate (DDR4-2666), Timings (16-18-18), Spannung (1,20 Volt) als auch der Kühlkörper sind nämlich identisch; und auch in diesem Fall gibt es baugleiche Kits in Grau (BLS4C4G4D26BFSB) und Weiß (BLS4C4G4D26BFSC). Preis pro GiB: ca. € 10,-.

www.pcgh.de/preis/1573638

ab ca. € 160,-

Preiswerte 2 × 16 GiByte DDR4

Auf zwei Module verteilte 32 GiByte bieten sich dann an, wenn Ihr Board nur zwei Slots hat oder Sie später RAM hinzukaufen möchten.

Die neue Sniper-X-Serie ist in verschiedenen Optikvarianten erhältlich, mit dem überwiegend grauen Heatspreader allerdings besser lieferbar – zumindest bei den gebotenen Eckdaten DDR4-3000 und 16-18-18-38 bei 1,35 Volt. Die Riegel des Kits F4-3000C16D-32GSXFB sind 4,3 Zentimeter hoch und bieten eine höhere garantierte Taktfrequenz als ähnlich bepreiste Konkurrenzprodukte. Preis pro GiB: ca. € 10,63.

www.pcgh.de/preis/1766103

ab ca. € 340,-

Preiswerte 4 × 8 GiByte DDR4

Kits mit vier Modulen eignen sich sowohl für Quad-Channel-Boards als auch zur Vollbestückung eines Dual-Channel-Systems mit vier Slots.

Das Kit F4-2666C15Q-32GRKB gehört zur Ripjaws-4-Serie von G.Skill und zählt zu den günstigsten gut erhältlichen 32-GiByte-Kits. Ausgelegt sind die vier Sticks für DDR4-2666 bei den Timings 15-16-16-35 und einer Spannung von 1,20 Volt. Der einfache Kühlkörper sorgt für eine Modulhöhe von 4,0 Zentimetern. Zum gleichen Preis erhalten Sie kompaktere Ballistix-Sport-LT-Kits, aber nur mit garantierten 16-18-18er-Timings.

www.pcgh.de/preis/1215225

ab ca. € 330,-

4 × 8 GiByte DDR4 für Tuner

Eine hohe Kapazität und aggressive Eckdaten – eine gute Wahl für PC-Spieler, die um jedes Fps kämpfen.

Hinter den Ripjaws V F4-3200C14Q-32GVR stecken vier 42 mm hohe Riegel, die für DDR4-3200 (14-14-14-34) bei 1,35 Volt ausgelegt sind und daher mit tuningfreundlichen Samsung-Chips bestückt sein dürften. Unter der Produktnummer F4-3200C14Q-32GVK ist das Kit in Schwarz erhältlich. Flache Alternative für sehr gute RAM-Controller: Corsair Vengeance LPX (DDR4-4000, 19-23-23-45, 1,35 V) unter pcgh.de/preis/1562098.

www.pcgh.de/preis/1382337

ab ca. € 450,-

4 × 16 GiByte für Profis

64 GiByte RAM sind für PC-Spieler zwar übertrieben, können sich aber bei intensiver Nutzung von virtuellen Maschinen, Photoshop etc. lohnen.

Günstig ist diese Speichermenge natürlich nicht, über 600 Euro müssen Sie selbst für ein Kit mit niedrigem Takt und Standardkühler einplanen. Hier punktet Corsair mit dem Vengeance-RGB-Set CMR64GX4M4C3000C16. Das Kit ist flott (DDR4-3000, 16-18-18-36 bei 1,35 Volt) und mit einer RGB-Beleuchtung ausgestattet, die Sie nach Belieben konfigurieren können. Der Aufpreis hierfür fällt gering aus. Preis pro GiB: ca. € 10,31.

www.pcgh.de/preis/1733031

ab ca. € 660,-

Prozessorkühler

Leise und doch schnell: So sollte der ideale PC sein. Egal ob Luft, Wasser oder besonders kompakt, unsere Übersicht hilft Ihnen, den optimalen CPU-Kühler für Ihre Zwecke zu finden.

Starke und vor allem übertaktete Prozessoren sind wahre Meister darin, elektrische Energie in Wärme umzuwandeln. Damit die CPU nicht überhitzt, muss diese effektiv abgeführt werden. Je nach System und Einsatzzweck kommen verschiedene Kühlsysteme infrage, welche wir Ihnen in diesem Artikel vorstellen.

Kleine Temperaturkunde

Doch zunächst etwas Theorie. Jeder Prozessor arbeitet mit strikten Temperaturgrenzen, ab denen er seine Leistung drastisch reduziert, um nicht dem Hitzetod anheimzufallen. Wer die Vitalzeichen seines Prozessors ab und zu im Auge behält – beispielsweise mit dem Tool Core Temp –, für den gilt: Angaben von mehr als 90 bis 95 °C sollte man bei Intel meiden, sonst reduziert die CPU aus Sicherheitsgründen ihren Takt und mittelfristig auch ihre Lebensdauer. Bei AMD liegen die entsprechenden Grenzen vieler Prozessormodelle tiefer, oft bei lediglich 70 °C, was aber nicht an einer gesteigerten Empfindlichkeit der CPUs liegt. Vielmehr sind die Temperatursensoren relativ zu den Haupt-Wärmequellen anders positioniert und auch das Ausleseverfahren führt zu Abweichungen

Messwerte vs. Realität

Aber selbst bei Prozessoren der gleichen Baureihe können sich die angezeigten Temperaturen deutlich unterscheiden, obwohl das Silizium die gleiche tatsächliche Temperatur hat. Die einfachen Messfühler werden nämlich nur für eine Notfall-Abschalttemperatur kalibriert. Bei deutlich niedrigeren Temperaturen, wie sie die meiste Zeit über vorliegen (sollten), können sich Messfehler im zweistelligen Bereich ergeben. Für die reale Kühlung ist das natürlich egal – aber wer bei deutlich abweichenden Angaben im Internet Angst um den eigenen Prozessor bekommt, sollte zunächst einmal das Throttling-Verhalten prüfen.

Hält die CPU auch bei starker Belastung auf allen Kernen ihren Basis- respektive All-Core-Turbo-Takt, besteht kein akuter Grund zur Besorgnis. Ergeben sich in Extrem-Tests mit einer aktuellen Prime-95-Version gar Reserven von mehr als 5 Kelvin (entspricht z. B. der Differenz zwischen 95 °C und 90 °C), ist das System sogar mehr als ausreichend gekühlt. Austesten kann man die Grenze, ab der die CPU ihren Takt reduziert („thermal throttling“) übrigens, indem man die Lüfterdrehzahl reduziert – im Extremfall auf null. Aufgrund der Schutzmechanismen und des langsamen Temperaturanstiegs sind hierbei keine Hitzeschäden zu befürchten.

Kalt oder leise?

Kühlleistung ist immer von der bewegten Luftmenge und damit einer gewissen Lärmentwicklung abhängig. Konfigurierbare Lüftersteuerungen auf nahezu allen Mainboards ermöglichen glücklicherweise eine nachträgliche Beeinflussung der Balance zwischen beiden Faktoren, sodass man bei einem Kühlerkauf vor allem auf die Effizienz, also die pro Sone erbrachte Leistung achten sollte.

Darüber hinaus gibt es designspezifische Optimierungen, die einen Kühler eher für hohe Drehzahlen (hohe Leistung und Geräuschkulisse) oder langsamen Lüfterbetrieb (Ruhe und etwas wärmer) prädestinieren. So profitieren Hochleistungs-Modelle von eng stehenden, den starken Luftstrom optimal nutzenden Lamellen, während Silent-Spezialisten hochwertige Lüfter erfordern, damit keine Vibrationen, Lagergeräusche oder ein fiepender elektrischer Antrieb die Stille stören. Stichwort Silent: Wer ein bestehendes System optimieren möchte, sollte zunächst genau hinhören, welches Bauteil stört. In Spielerechnern sind nämlich oft Grafikkarten die Übeltäter.

Materialschlacht

Neben der Effizienz und dem optimalen Drehzahlbereich spielen auch Platzbedarf und Preis eine große Rolle: Für wenig Geld bekommt man weder besonders große Kühler noch besonders aufwendig und hochwertig konzipierte. Eine nur ausreichende anstelle einer guten Kühlleistung ist oft

die Folge. Umgekehrt muss man tief in die Tasche greifen, wenn bei begrenztem Platzangebot eine bestimmte Kühlleistung erreicht werden soll, ohne stumpf Lüfterstärke und damit Lautheit in Kopfschmerzgefilde zu steigern.

Insbesondere flache PCs sind hier anspruchsvoll. Normale Tower-Kühler mit parallel zum Mainboard ausgerichteten Lamellen arbeiten zwar recht effizient, sind aber mindestens zwei Zentimeter höher als ihr Lüfterdurchmesser. In flachen Gehäusen muss man daher auf Top-Blower ausweichen, deren Lüfter weniger effizient in Richtung Mainboard arbeiten. Damit Sie den passenden Kühler für Ihr Mini-Gehäuse finden, haben wir acht kompakte Prozessorkühler in die tabellarische Übersicht am Ende dieses Artikels gepackt. Beachten Sie dabei auch die Ergebnisse mit für die jeweilige Größenklasse einheitlichem Referenzlüfter.

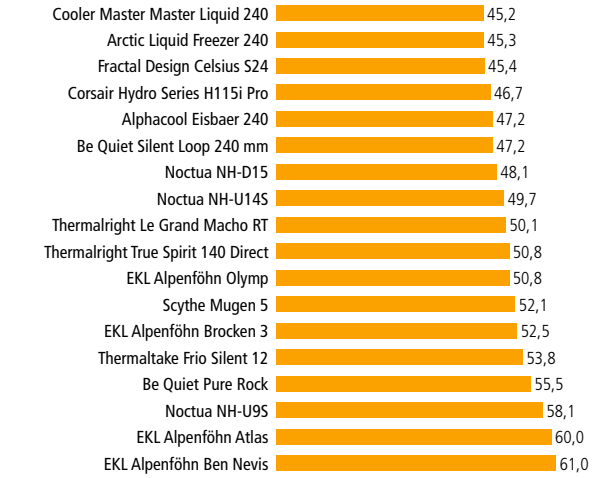
Unsere umfangreiche Datenbank versucht, für alle Anforderungen ein gutes Angebot zu liefern und skizziert dank Messungen bei drei verschiedenen Drehzahlen das Lautheits-Leistungs-Profil eines jeden Kühlers. Beachten Sie aber: Um alle Kühler einheitlich testen zu können, müssen sich auch die günstigeren Modelle einer 150-Watt-Test-CPU stellen. Hohe Temperaturen sind hier unvermeidbar und keine Schande. In typischen Mittelklasse-Rechnern ist wesentlich weniger Hitze zu bewältigen – die meisten Chips bewegen sich deutlich unterhalb der 100-Watt-Marke – und die Abstände zwischen den Kühlern schrumpfen. Das bedeutet nicht zwingend auch deutlich niedrigere Absoluttemperaturen, denn Intels Sockel-1151-Modelle weisen einen wesentlich schlechteren Wärmetransport innerhalb des Prozessors selbst auf als die High-End-Testplattform. Davon sind aber alle Kühler gleichermaßen betroffen, sodass die Rangfolge untereinander erhalten bleibt.

Empfehlungen

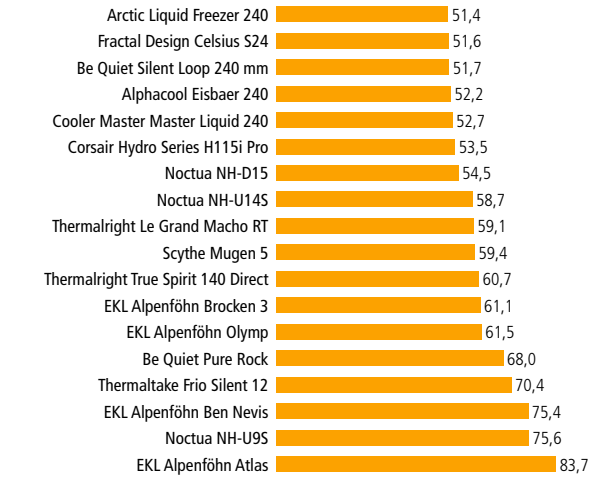
Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Auswahl empfehlenswerter Kühllösungen, welche PC Games Hardware in den vergangenen Monaten getestet hat. Dabei handelt es sich nicht nur um die bereits erwähnten, platzsparenden Modelle für Mini-PCs, sondern mehrheitlich um ausgewachsene Kühler. Diese unterteilen wir in die Kategorien Luft und Wasser, denn diese Elemente sind hauptsächlich für die Kühlung verantwortlich.

Kühlleistung: Große & laute Kühler vorn

CPU-Temperatur; Core Damage, Serienlüfter 100 Prozent



CPU-Temperatur; Core Damage, Serienlüfter 50 Prozent

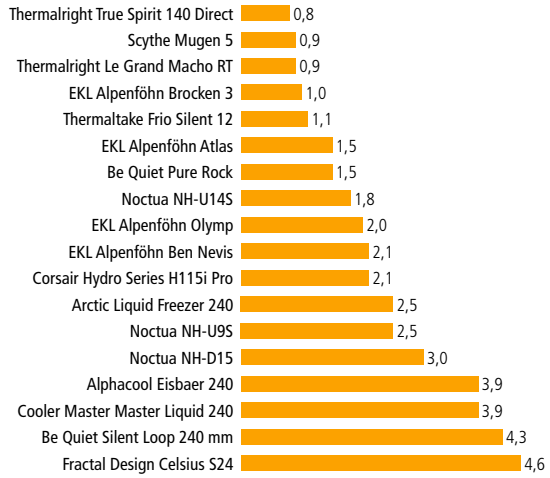


System: Xeon E5-2687W (150 W TDP), 3,4 GHz/1,068 V unter Last; Gigabyte X79-UD7; Win 7 x64 SP1; EKL Alpenföhn Permafrost; offener Aufbau, frontaler Lüfter 180 mm 330 U/min **Bemerkungen:** Die Kühlleistung ist nur eine Seite der Medaille, die Kehrseite ...

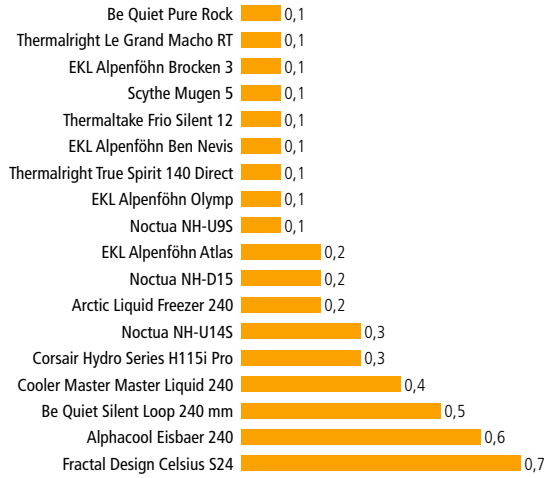
Grad Celsius
◀ Besser

Lautheit: Große oder schwache Kühler vorn

Lüfterlautheit in 50 cm Entfernung, Serienlüfter 100 Prozent



Lüfterlautheit in 50 cm Entfernung, Serienlüfter 50 Prozent



System: Kühler freistehend, Lüfterregelung mit Zalman ZM-MFC3; Messung frontal **Bemerkungen:** ... bildet die Lautheit. Nur große und meist teure Kühler schaffen es, sowohl stark als auch leise zu arbeiten.

Sone
◀ Besser

CPU-KOMPAKT-WASSERKÜHLUNGEN

Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien, Test auf Xeon
E5-2687W (150 W)

Produkt	Hydro Series H115i Pro	Eisbaer 240	Liquid Freezer 240
Hersteller (Website)	Corsair (www.corsair.com)	Alphacool (www.alphacool.de)	Arctic (www.arctic.ac)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 140,-/befriedigend	Ca. € 110,-/gut	Ca. € 75,-/sehr gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1751364	www.pcgh.de/preis/758311939	www.pcgh.de/preis/1341649
Ausstattung (20 %)	**2,42**	**1,44**	**2,57**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	2× 140 mm/4 Pin/nein	2× 120 mm/4 Pin/keine	4× 120 mm/4 Pin (PWM-Nutzung problematisch)/keine
Montierbare Lüfter*	2× 140 mm vorne und hinten	2× 120 mm vorne oder hinten	je 2× 120 mm vorne und hinten
Lüfterdrehzahl min. – max.	70 – 1.140 U/min	740 – 1.700 U/min	640 – 1.320 U/min
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Voraufgetragen/Zweikanal via USB/RGB-Pumpe (USB)	Spritze (Alphacool XPX Extreme)/keine/Y-Kabel	Tütchen MX-4/keine/Y-Verteiler (im Lüfter); Kabelbinder
Erweiterbarkeit	Keine	Sehr gut (G1/4-Zoll-Gewinde; 11/8 mm Schlauch; integr. Ausgleichsbehälter; hauseigene Schnelltrennkupplung)	Keine
Beiliegende Schrauben für Radiator	UNC 6-32 Gewinde; 31; 7 mm	M3 Gewinde; 30; 6 mm	UNC 6-32 Gewinde; 30 mm
Eigenschaften (20 %)	**2,21**	**2,17**	**2,63**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)/939/754	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1150/1155/1156/2011/2011-v3/1366	1150/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1155/1156/2011/2011-v3
Anpresskraft Sockel 1151	150 N	-	-
Maße (L×B×D Radi), Gewicht mit Serienlüftern, Schlauchlänge	316 × 141 × 54 mm, 1.375 g, 38 cm	274 × 124 × 55 mm, 1.493 g, 33 cm	273 × 120 × 88 mm, 1.267 g, 32 cm
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Gering/mittel/gering	Mittel/mittel/mittel	Gering/gering/mittel
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Nicht möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Ja/ja/ja
Leistung (60 %)	**1,16**	**1,68**	**1,23**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	46,7/49,3/53,5 °C	47,2/49,0/52,2 °C	45,3/47,4/51,4 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	2,1/,9/0,3 Sone	3,9/1,9/0,6 Sone	2,5/1,0/,2 Sone
Schalldruckpegel Serienlüfter (100/75/50 %)	36,9/28,4/21,5 dB(A)	41,6/34,2/25,6 dB(A)	37,2/28,4/19,9 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1.0 Sone	48,8 °C (880 U/min)	50,7 °C (1.020 U/min)	47,4 °C (970 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	47,9/50,6/59,7 °C	49,4/51,2/56,0 °C	47,9/50,5/56,7 °C
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,9/0,3/0,1 Sone (2 × 140 mm)	1,7/0,6/0,1 Sone (2 × 120 mm)	1,7/0,6/0,1 Sone (2 × 120 mm)
Schalldruckpegel Referenzlüfter (100/75/50 %)	27,4/21,1/17,2 dB(A) (2 × 140 mm)	33,6/25,6/17,4 dB(A) (2 × 120 mm)	33,6/25,6/17,4 dB(A) (2 × 120 mm)
Lautheit Pumpe	0,1 Sone	0,1 Sone	0,2 Sone
FAZIT	⊕ Angemessen dimensionierte Lüfter ⊕ Vielseitige Lüftersteuerung ⊖ Relativ sperrig	⊕ Leistung mit Silent-Lüftern ⊕ Leise, gedrosselt sogar sehr leise Pumpe ⊕ Erweiterbar	⊕ Relativ leise ⊕ Leistungsstark ⊕ PWM-Störgeräusche
	Wertung: **1,62**	Wertung: **1,73**	Wertung: **1,78**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich
**Integrierte Pumpe erhöht Lautheits-Messwerte bei stark gedrosselten Lüftern künstlich
***Luftkühler nach Kompaktwasserkühlungssystem bewertet

CPU-KOMPAKT-WASSERKÜHLUNGEN

Auszug aus Testtabelle
mit 62 Wertungskriterien, Test auf Xeon
E5-2687W (150 W)

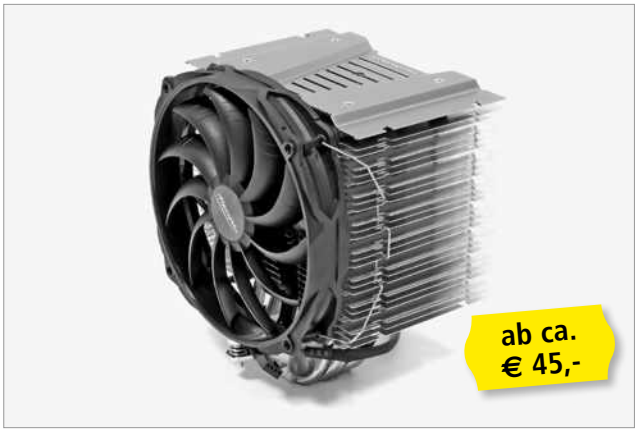
Produkt	Master Liquid 240	Silent Loop 240 mm	Celsius S24
Hersteller (Website)	Cooler Master (www.coolermaster.com)	Be Quiet (www.bequiet.de)	Fractal Design (www.fractal-design.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 75,-/sehr gut	Ca. € 115,-/befriedigend	Ca. € 100,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1562099	www.pcgh.de/preis/1508159	www.pcgh.de/preis/1621894
Ausstattung (20 %)	**2,77**	**1,95**	**2,80**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkopplung	2× 120 mm/4 Pin/ja	2× 120 mm/4 Pin/keine	2× 120 mm/4 Pin/keine
Montierbare Lüfter*	2× 120 mm vorne oder hinten	2× 120 mm vorne oder hinten	2× 120 mm vorne oder hinten
Lüfterdrehzahl min. – max.	710 – 2.040 U/min	580 – 2.090 U/min	470 – 1.980 U/min
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/Pumpenlogo weiß beleuchtet; Y-Kabel	Spritze/keine/Y-Kabel	Voraufgetragen/automatisch nach Wassertemperatur/ PWM-Hub an Radiator
Erweiterbarkeit	Keine	Gut (G1/4-Zoll-Gewinde; 11/8 mm Schlauch)	Möglich (G1/4-Zoll-Gewinde am Alu-Radiator)
Beiliegende Schrauben für Radiator	UNC 6-32 Gewinde; 30; 5 mm	M3 Gewinde; 30; 6 mm	UNC 6-32 Gewinde; 31; 5 mm
Eigenschaften (20 %)	**1,91**	**2,43**	**2,13**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1150/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1155/1156/2011/2011-v3
Anpresskraft Sockel 1151	240 N	180 N	200 N
Maße (L×B×D Radi), Gewicht mit Serienlüftern, Schlauchlänge	278 × 120 × 53 mm, 1.125 g, 31 cm	275 × 123 × 55 mm, 1.443 g, 38 cm	283 × 122 × 55 mm, 1.176 g, 37 cm
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Gering/mittel/mittel	Mittel/mittel/mittel	Gering/gering/gering
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**1,46**	**1,66**	**1,68**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	45,2/47,5/52,7 °C	47,2/48,5/51,7 °C	45,4/46,9/51,6 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	3,9/1,6/0,4 Sone	4,3/2,0/0,5 Sone	4,6/2,1/0,7 Sone
Schalldruckpegel Serienlüfter (100/75/50 %)	42,8/34,1/23,8 dB(A)	45,2/37,2/26 dB(A)	45,9/37,4/27 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1.0 Sone	49,1 °C (1.320 U/min)	50,4 °C (1.230 U/min)	49,1 °C (1.100 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüfter (100/75/50 %)	47,4/50,5/53,8 °C	48,9/50,8/52,9 °C	47,7/50,3/60,1 °C
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	1,7/0,6/0,1 Sone (2 × 120 mm)	1,7/0,6/0,1 Sone (2 × 120 mm)	1,7/0,6/0,1 Sone (2 × 120 mm)
Schalldruckpegel Referenzlüfter (100/75/50 %)	33,6/25,6/17,4 dB(A) (2 × 120 mm)	33,6/25,6/17,4 dB(A) (2 × 120 mm)	33,6/25,6/17,4 dB(A) (2 × 120 mm)
Lautheit Pumpe	0,1 Sone	0,1 Sone	0,1 Sone
FAZIT	⊕ Günstig ⊕ Relativ hohe Leistung ⊕ Relativ leise	⊕ Pumpe auch montiert leise ⊕ Erweiterbar ⊕ Heruntergeregelt leise	⊕ Gedrosselte Pumpe auch montiert leise ⊕ Relativ hohe Leistung ⊕ Elegante Kabelführung
	Wertung: **1,81**	Wertung: **1,87**	Wertung: **1,99**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich
**Integrierte Pumpe erhöht Lautheits-Messwerte bei stark gedrosselten Lüftern künstlich
***Luftkühler nach Kompaktwasserkühlungssystem bewertet

Wasser: Corsair Hydro Series H115i Pro

Wer seinen übertakteten Prozessor möglichst effizient kaltstellen möchte, dabei jedoch den Aufwand und die Wartung einer modularen Wasserkühlung scheut, erhält mit der Corsair Hydro Series H115i Pro den optimalen Mittelweg.

Die Kompaktwasserkühlung erzielt im PCGH-Test niedrige Temperaturen sowohl mit den werkseitig installierten, erfreulich leisen Lüftern als auch mit den PCGH-Referenzpropellern. Das hat sie auch ihrer schieren Größe zu verdanken: Mit 2 × 140 mm sowohl für den Radiator als auch für die Lüfter kann die H115i Pro einen klaren Flächenvorteil gegenüber vielen anderen AiO-Lösungen für sich verbuchen. Das bedingt selbstverständlich ein Gehäuse, das die Kühlung fassen kann. Zusammen mit der unaufdringlichen Pumpe ergibt sich bei gedrosselter Lüfterdrehzahl eine Geräuschcharakteristik, die selbst Silent-Freunden schmeichelt.



Luft: EKL Brocken 3

Wem Wasser zu nass und riskant ist, liegt hier richtig. Der Brocken 3 hat mit seinem populären Vorgänger nur das 140-mm-Single-Format und die von fünf freiliegenden Heatpipes gebildete CPU-Kontaktfläche gemeinsam. Die wichtigste Neuerung betrifft die vergrößerte Lamellenoberfläche dank der um 25 Prozent gesteigerten Tiefe. Im Test überzeugt der Lüfter mit leisen 1,0 Sone bei maximaler Drehzahl und einem nicht heraushörbaren Lager. Die gelungene Abstimmung verschenkt weder Wertungspunkte an „leiser als leise" noch „kälter als kalt" und mit unserem Referenzlüfter bestückt gehört die Leistung zu den besten, die wir je gemessen haben. Bei 480 U/min schlägt der Brocken 3 sogar einige Doppelturm-Boliden. Auch mit dem Serienlüfter liegen die Stärken im unteren Drehzahlbereich.

Grundsätzlich sind die getesteten, großen Luftkühler selbst der Abwärme eines übertakteten High-End-Prozessors gewachsen, das beweisen die Messungen mit unserer 150-Watt-CPU. Der Vorteil eines derartigen Luftkühlers ist, dass er in den meisten Gaming-Gehäusen das beste Verhältnis aus Lautheit, Temperatur und Platzbedarf erreicht. Ein Leck und somit einen Defekt wertvoller Hardware muss hier niemand befürchten. Möglicherweise wird der Kühler jedoch nicht allen Ansprüchen gerecht, sodass Sie mehr als nur einen flüchtigen Blick auf die Lautheitswerte werfen sollten. Interessant ist dabei nicht nur das Ergebnis mit den serienmäßigen Lüftern, sondern auch jenes mit den PCGH-Referenzlüftern. Diese zeigen, was der Radiator als solcher zu leisten imstande ist.

Eine Kompaktwasserkühlung, welche aufgrund ihres geschlossenen, vollständigen Kreislaufs auch als „All in One"-Lösung (AiO) bezeichnet wird, richtet sich an Menschen, die eine noch höhere Kühlleistung benötigen als sie ein starker Tower-Luftkühler erreichen kann. Dieses Ziel wird von allen Probanden erreicht, allerdings nicht immer mit einem gleichzeitig angenehmen Lautstärkeniveau. Auch hier lohnt sich ein genaues Studium der Messwerte in den Tabellen.

Beachten Sie, dass eine AiO-Wasserkühlung stets einen Radiator mitbringt, welcher im Gehäuse verstaut werden muss. Üblich ist die Positionierung im Deckel, um von natürlicher Konvektion zu profitieren. Ein Dual-Radiator (zwei Lüfter) genügt den meisten Ansprüchen, High-End-Nutzer können jedoch auch zu Triple-Lösungen greifen – von Single-Radiatoren (nicht aufgeführt) raten wir jedoch ab. *(tv/rv)*

CPU-LUFTKÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 62 Wertungskriterien, Test auf Xeon E5-2687W (150 W)

Produkt	Brocken 3	NH-D15
Hersteller (Website)	EKL Alpenföhn (www.alpenfoehn.de)	Noctua (www.noctua.at)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 45,-/gut	Ca. € 90,-/ausreichend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1675194	www.pcgh.de/preis/1098241
Ausstattung (20 %)	**2,55**	**1,75**
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 140 mm (abweich. Rahmenform)/4 Pin/ja	2× 140 mm (abweichende Rahmenform)/4 pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 120 mm	2× 120 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	440 – 1.020 U/min	170 – 1.470 U/min
Ausführung Boden	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Bodenplatte Kupfer vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/hochwertiger Schraubendreher	Spritze Noctua NT-H1/Kabel-Adapter/einfacher Schraubendreher, Y-Kabel
Eigenschaften (20 %)	**2,19**	**2,84**
Sockelunterstützung AMD	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066/1366/775	1150/1155/1156/2011/2011-v3
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	150 × 171 × 126 mm; 870 g	151 × 175 × 162 mm; 1312 g
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Mittel/mittel/gering	Gering/gering/gering
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Möglich/möglich/möglich	Nein/ja/ja
Leistung (60 %)	**1,84**	**1,94**
CPU-Temp., Standardlüft. (100/75/50 %)	52,5/54,6/61,1 °C	48,1/49,9/54,5 °C
Lautheit Standardlüfter (100/75/50 %)	1,0/0,3/0,1 Sone	3,0/1,2/0,2 Sone
Schalldruck Standardlüft. (100/75/50 %)	29,1/22,2/16,9 dB(A)	39,7/30,0/19,8 dB(A)
CPU-Temp., Standardlüfter bei 1.0 Sone	52,5 °C (1.020 U/min)	50,8 °C (1.020 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüft. (100/75/50 %)	53,0/55,8/64,1 °C (1× 140 mm)	50,2/53,1/63,9 °C (2× 140 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,6/0,2/0,1 Sone (1× 140 mm)	,9/,3/,1 Sone (2× 140 mm)
Schalldruck Referenzlüft. (100/75/50 %)	24,7/19,3/17,2 dB(A) (1× 140 mm)	27,4/21,1/17,2 dB(A) (2× 140 mm)
FAZIT	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Geringe Lautheit ⊕ Hochwertige Optik	⊕ Hochwertige Lüfter ⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Auch bei niedriger Lautheit
	Wertung: **2,05**	Wertung: **2,08**

CPU-LUFTKÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 62 Wertungskriterien, Test auf Xeon E5-2687W (150 W)

Produkt	Mugen 5	NH-U14S	Olymp	Le Grand Macho RT
Hersteller (Website)	Scythe (www.scythe-eu.com)	Noctua (www.noctua.at)	EKL Alpenföhn (www.alpenfoehn.de)	Thermalright (www.thermalright.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 65,-/befriedigend	Ca. € 80,-/befriedigend	Ca. € 60,-/befriedigend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1549393	www.pcgh.de/preis/929404	www.pcgh.de/preis/1386052	www.pcgh.de/preis/1442034
Ausstattung (20 %)	**1,89**	**2,22**	**1,96**	**2,25**
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 120 mm/4 pin/ja	1 × 140 mm (abweich. Rahmenform)/4 pin/ja	2× 140 mm (abweich. Rahmenf.)/4 Pin/nein	1× 140 mm (abweich. Rahmenform)/4 pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 120 mm	2 × 120 mm	3× 120 mm	2× 120 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	330 – 1.160 U/min	165 – 1480 U/min	320 – 1.350 U/min	330 – 1.290 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/Schraubendreher	Spritze/Kabel-Adapter/einfacher Schraubendreher	Spritze Permafrost/Molex-Adapter 7 V/Molex-Adapter 12 V	Spritze Chill Factor III/keine/keine
Eigenschaften (20 %)	**2,11**	**2,30**	**2,46**	**2,80**
Sockelunterstützung AMD	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)/G34
Sockelunterstützung Intel	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1155/1156/2011/2011-v3	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	138 × 150 × 109 mm; 890 g	152 × 166 × 80 mm; 938 g	155 × 161 × 151 mm; 1.187 g	150 × 162 × 148 mm; 1.111 g
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Gering/gering/gering	Gering/gering/gering	Mittel/mittel/gering	Mittel/mittel/mittel
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Nein/ja/nein	Nein/ja/nein	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Nicht möglich/möglich/möglich	Nein/ja/ja	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**2,23**	**2,10**	**2,16**	**2,03**
CPU-Temp., Standardlüft. (100/75/50 %)	52,1/53,6/59,4 °C	49,7/52,1/58,7 °C	50,8/53,5/61,5 °C	50,1/52,8/59,1 °C
Lautheit Standardlüfter (100/75/50 %)	0,9/0,3/0,1 Sone	1,8/1,1/0,3 Sone	2,0/0,9/0,1 Sone	0,9/0,3/0,1 Sone
Schalldruck Standardlüft. (100/75/50 %)	28,6/21,9/17,2 dB(A)	34,2/29,7/20,5 dB(A)	34,8/27,2/18,4 dB(A)	29,7/21,5/16,6 dB(A)
CPU-Temp., Standardlüfter bei 1.0 Sone	Nicht möglich (maximal 0,9 Sone)	51,4 °C (1.140 U/min)	52,8 °C (1.020 U/min)	Nicht möglich (maximal 0,9 Sone)
CPU-Temp., Referenzlüft. (100/75/50 %)	53,1/56,4/64,7 °C (1× 120 mm)	53,1/57,1/70,5 °C (1 × 140 mm)	51,3/54,4/64,5 °C (2× 140 mm)	52,4/56,3/66,4 °C (1× 140 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	1,1/0,3/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,6/0,2/0,1 Sone (1 × 140 mm)	0,9/0,3/0,1 Sone (2× 140 mm)	0,6/0,2/0,1 Sone (1× 140 mm)
Schalldruck Referenzlüft. (100/75/50 %)	28,5/21,1/17,0 dB(A) (1× 120 mm)	24,7/19,3/17,2 dB(A) (1 × 140 mm)	27,4/21,1/17,2 dB(A) (2× 140 mm)	24,7/19,3/17,2 dB(A) (1× 140 mm)
FAZIT	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Geringe Lautheit ⊕ Normaler Platzbedarf	⊕ Sehr großer Regelbereich ⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Einfache Montage	⊕ Hochwertige Verarbeitung ⊕ Gute Drehzahlabstimmung ⊖ Platzbedarf relativ zu Kühleffizienz hoch	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Geringe Lautheit ⊕ Wenig Leistungsverlust bei Drosselung
	Wertung: **2,14**	Wertung: **2,16**	Wertung: **2,18**	Wertung: **2,23**

*Lüfter mit größtentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

KOMPAKTE LUFTKÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 62 Wertungskriterien, Test auf Core i7-6700K (95 W TDP)

Produkt	Atlas	Frio Silent 12	NH-U9S	Shadow Rock LP	Ben Nevis
Hersteller (Website)	EKL Alpenföhn (www.alpenfoehn.de)	Thermaltake (www.thermaltake.com)	Noctua (www.noctua.at)	Be Quiet (www.bequiet.de)	EKL Alpenföhn (www.alpenfoehn.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 40,-/gut	Ca. € 35,-/gut	Ca. € 50,-/befriedigend	Ca. € 35,-/gut	Ca. € 22,-/sehr gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1302535	www.pcgh.de/preis/1158734	www.pcgh.de/preis/1196609	www.pcgh.de/preis/1215207	www.pcgh.de/preis/1211188
Ausstattung (20 %)	**1,84**	**3,00**	**2,22**	**2,58**	**3,12**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkoppelung	2× 92 mm (abweichende Rahmenform)/4 pin/ja	1× 120 mm (abweichende Rahmenform)/4 pin/nein	1× 92 mm/4 pin/ja	1× 120 mm/4 pin/nein	1× ca. 100 mm (Rahmen rückseitig 92 mm)/4 pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 80 mm	1× 92 mm Lochabstand (zu groß für 92 mm Lüfter, zu klein für 120 mm)	2× 92 mm	1× 120 mm	1× 92 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	350 – 1.770 U/min	480 – 1.350 U/min	200 – 2.150 U/min	330 – 1.520 U/min	820 – 1.700 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Heatpipe Direct Touch (HDT)
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/Molex-Adapter 7 V/Molex-Adapter 12 V	Spritze/Spannungsadapter/keine	Spritze NT-H1/Spannungsadapter/einfacher Schraubendreher	Voraufgetragen/keine/keine	Tütchen/keine/keine
Eigenschaften (20 %)	**2,10**	**2,17**	**2,18**	**2,26**	**1,66**
Sockelunterstützung AMD	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+) (AM4-Kit verfügbar)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066
Anpresskraft Sockel 1151	220 N	230 N	300 N (Intel-Vorgabe: maximal 222 N)	440 N (Intel-Vorgabe: maximal 222 N)	110 N
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	108 × 124 × 138 mm; 643 g	128 × 141 × 67 mm; 330 g	96 × 126 × 95 mm; 610 g	122 × 81 × 135 mm; 461 g	118 × 141 × 71 mm; 490 g
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Mittel/mittel/gering	Mittel/mittel/mittel	Gering/gering/gering	Gering/mittel/gering	Minimal/gering/minimal
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Ja/ja/ja	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Nein/ja/ja	Nein/ja/ja
Leistung (60 %)	**1,02**	**1,29**	**1,78**	**1,78**	**1,98**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	54,9/57,1/63,2 °C	58,6/60,2/64,4 °C	57,5/59,8/63,6 °C	60,4/62,4/67,4 °C	60,8/61,9/65,2 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	1,5/0,5/0,2 Sone	1,1/0,4/0,1 Sone	2,5/0,8/0,1 Sone	1,4/0,5/0,1 Sone	2,1/0,6/0,1 Sone
Schalldruckpegel Serienlüfter (100/75/50 %)	31,8/22,5/18,8 dB(A)	30,0/23,2/17,5 dB(A)	37,3/27,5/18,8 dB(A)	32,2/24,3/17,2 dB(A)	35,1/25,6/17,9 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1.0 Sone	55,1 °C (1.500 U/min)	58,4 °C (1.310 U/min)	59,0 °C (1.680 U/min)	61,2 °C (1.330 U/min)	61,6 °C (1.420 U/min)
FAZIT	⊕ Hohe Leistung & Effizienz ⊕ Relativ leise ⊖ Sehr tief	⊕ Hohe Leistung ⊕ Leise ⊖ Relativ hoch	⊕ Hohe Leistung ⊕ Hochwertiger Lüfter ⊖ Teuer	⊕ Sehr kompakt ⊕ Relativ leise ⊕ Noch gute Leistung	⊕ Noch gute Leistung ⊕ Günstig ⊖ Relativ hoch
	Wertung: **1,40**	Wertung: **1,81**	Wertung: **1,95**	Wertung: **2,04**	Wertung: **2,14**

*Lüfter mit größtentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich **Maximalleistung bei 25 °C Umgebungstemperatur. In wärmerer Umgebung höhere Drehzahlen und damit höhere Leistung bei höherer Lautheit

CPU-LUFTKÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 62 Wertungskriterien, Test auf Xeon E5-2687W (150 W)

Produkt	True Spirit 140 Direct	Pure Rock	Frio Silent 12	NH-U9S
Hersteller (Website)	Thermalright (www.thermalright.de)	Be Quiet (www.bequiet.de)	Thermaltake (www.thermaltake.com)	Noctua (www.noctua.at)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 38,-/gut	Ca. € 30,-/gut	Ca. € 35,-/gut	Ca. € 55,-/ausreichend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1529573	www.pcgh.de/preis/1184606	www.pcgh.de/preis/1158734	www.pcgh.de/preis/1196609
Ausstattung (20 %)	**2,97**	**2,58**	**3,00**	**2,22**
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1× 140 mm (abweich. Rahmenform)/4 pin/ja	1× 120 mm/4 pin/nein	1× 120 mm (abweich. Rahmenf.)/4 pin/nein	1× 92 mm/4 pin/ja
Montierbare Lüfter*	2× 120 mm	1× 120 mm	1× 92 mm Lochabstand (zu groß für 92 mm Lüfter, zu klein für 120 mm)	2× 92 mm
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	270 – 1.230 U/min	320 – 1.500 U/min	480 – 1.350 U/min	200 – 2.150 U/min
Ausführung Boden	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Kupferbodenplatte, vernickelt	Heatpipe Direct Touch (HDT)	Kupferbodenplatte, vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Tütchen Chill Factor/keine/hochwertiger Schraubendreher	Paste voraufgetragen/keine/keine	Spritze/Spannungsadapter/keine	Spritze NT-H1/Spannungsadapter/einfacher Schraubendreher
Eigenschaften (20 %)	**2,34**	**2,01**	**2,17**	**2,18**
Sockelunterstützung AMD	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)
Sockelunterstützung Intel	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	152 × 165 × 71 mm; 660 g	130 × 155 × 89 mm; 630 g	128 × 141 × 67 mm; 330 g	96 × 126 × 95 mm; 610 g
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Mittel/mittel/mittel	Minimal/mittel/gering	Mittel/mittel/mittel	Gering/gering/gering
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein	Ja/ja/nein	Nein/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Nicht möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich
Leistung (60 %)	**2,06**	**2,84**	**2,74**	**4,75**
CPU-Temp., Standardlüft. (100/75/50 %)	50,8/54,2/60,7 °C	55,5/58,1/68,0 °C	53,8/58,6/70,4 °C	58,1/64,8/75,6 °C
Lautheit Standardlüfter (100/75/50 %)	0,8/0,2/0,1 Sone	1,5/0,5/0,1 Sone	1,1/0,4/0,1 Sone	2,5/0,8/0,1 Sone
Schalldruck Standardlüft. (100/75/50 %)	27,5/20,9/18,1 dB(A)	33,7/24,2/16,5 dB(A)	30,0/23,2/17,5 dB(A)	37,3/27,5/18,8 dB(A)
CPU-Temp., Standardlüfter bei 1.0 Sone	Nicht möglich (maximal 0,8 Sone)	56,2 °C (1.370 U/min)	54,7 °C (1.310 U/min)	62,6 °C (1.680 U/min)
CPU-Temp., Referenzlüft. (100/75/50 %)	52,6/56,2/65,8 °C (1× 140 mm)	55,5/58,5/67,0 °C (1× 120 mm)	56,3/59,7/69,9 °C (1× 120 mm)	64,8/73,3/86,1 °C (1× 92 mm)
Lautheit Referenzlüfter (100/75/50 %)	0,6/0,2/0,1 Sone (1× 140 mm)	1,1/0,3/0,1 Sone (1× 120 mm)	1,1/0,3/0,1 Sone (1× 120 mm)	0,7/0,2/0,1 Sone (1× 92 mm)
Schalldruck Referenzlüft. (100/75/50 %)	24,7/19,3/17,2 dB(A) (1× 140 mm)	28,5/21,1/17,0 dB(A) (1× 120 mm)	28,5/21,1/17,0 dB(A) (1× 120 mm)	25,5/19,7/17,0 dB(A) (1× 92 mm)
FAZIT	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Geringe Lautheit ⊕ Günstig	⊕ Günstig ⊕ Akzeptable Lautheit und Leistung ⊖ Minimalistischer Lieferumfang	⊕ Kompakt, bietet trotzdem ein … ⊕ … gutes Lautheits-Leistungs-Verhältnis ⊖ Proprietäres Lüfterformat	⊕ Sehr kompakt ⊖ Gedrosselt sehr wenig Leistung ⊖ Teuer
	Wertung: **2,33**	Wertung: **2,62**	Wertung: **2,68**	Wertung: **3,73**

*Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich

KOMPAKTE LUFTKÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 62 Wertungskriterien, Test auf Core i7-6700K (95 W TDP)

Produkt	C1	AXP 100RH	NH-L9i	Boxed-Kühler (i5-6500)	Engine 27
Hersteller (Website)	Cryorig (www.cryorig.com)	Thermalright (www.thermalright.de)	Noctua (www.noctua.at)	Intel (www.intel.de)	Thermaltake (www.thermaltake.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 60,-/ausreichend	Ca. € 45,-/befriedigend	Ca. € 40,-/befriedigend	Ca. € 4,- Aufpreis/exzellent	Ca. € 45,-/mangelhaft
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1139642	www.pcgh.de/preis/1586415	www.pcgh.de/preis/857461	www.pcgh.de/preis/1290386	www.pcgh.de/preis/1516439
Ausstattung (20 %)	**2,25**	**2,49**	**2,34**	**3,24**	**2,67**
Enthaltene Lüfter/Anschluss/Entkoppelung	1× 140 mm (slim)/4 pin/ja	1× 100 mm (92 mm Rahmendesign)/4 pin/nein	1× 92 mm (slim)/4 pin/nein (Auflageflächen wirkungslos, da fest verschraubt)	1× ca. 92 mm (proprietär)/4 pin/nein	1× 60 mm (proprietär)/4 pin/nein
Montierbare Lüfter*	1× 120 mm	1× 92 mm (Adapter auf 120 mm beiliegend)	1× 92 mm (slim)	– (Lüfter fest integriert)	– (Lüfter fest integriert)
Lüfterdrehzahl min. – max. (PWM)	730 – 1.520 U/min	880 – 2.350 U/min	1.070 – 2.610 U/min	1.020 – 2.040 U/min**	1.520 – 2.520 U/min
Ausführung Boden	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Kupferbodenplatte, vernickelt	Aluminiumbodenplatte	Kupferbodenplatte, vernickelt
Wärmeleitmittel/Lüftersteuerung/Extras	Spritze/keine/einfacher Schraubendreher	Tütchen Chill Factor/keine/keine	Spritze NT-H1/Spannungsadapter/keine	Voraufgetragen/keine/oft inklusive Prozessor	Spritze/Spannungsadapter/keine
Eigenschaften (20 %)	**2,30**	**2,10**	**2,81**	**2,75**	**3,04**
Sockelunterstützung AMD	AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+) (AM4-Kit verfügbar)	AM4/AM2(+)/AM3(+)/FM1/FM2(+)/939	– (AMD-Version: NH-L9a)	–	–
Sockelunterstützung Intel	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066/1366/775	1150/1151/1155/1156/2011/2011-v3/2066/1366/775	1150/1151/1155/1156	1150/1151/1155/1156	1150/1151/1155/1156
Anpresskraft Sockel 1151	310 N (Intel-Vorgabe: maximal 222 N)	320 N (Intel-Vorgabe: maximal 222 N)	160 N	70 N	170 N
Maße (B × H × T); Gewicht mit Lüfter(n)	140 × 74 × 146 mm; 650 g	106 × 67 × 123 mm; 340 g	95 × 38 × 95 mm; 420 g	91 × 45 × 91 mm; 180 g	92 × 27 × 92 mm; 300 g
Montageaufwand (AMD/115X/2011)	Mittel/gering/gering	Mittel/mittel/mittel	–/gering/hoch	–/minimal/hoch	–/mittel/hoch
Platinenausbau nötig (AMD/115X/2011)	Ja/ja/nein	Ja/ja/nein	–/ja/nein	–/nein/nein	–/ja/nein
Gedrehte Montage (AMD/115X/2011)	Möglich/möglich/möglich	Nicht möglich/möglich/möglich	–/möglich/nicht möglich	–/möglich/nicht möglich	–/möglich/nicht möglich
Leistung (60 %)	**2,50**	**2,51**	**4,19**	**4,24**	**5,44**
CPU-Temp., Serienlüfter (100/75/50 %)	58,6/60,0/63,2 °C	61,5/64,2/68,7 °C	68,7/73,5/81,4 °C	85,4/>100/>100 °C **	84,3/88,6/>100 °C
Lautheit Serienlüfter (100/75/50 %)	3,4/1,5/0,5 Sone	2,2/1,0/0,2 Sone	3,0/1,0/0,2 Sone	0,8/0,3/0,1 Sone **	1,6/0,5/0,1 Sone
Schalldruckpegel Serienlüfter (100/75/50 %)	40,2/31,3/21,4 dB(A)	36,5/29,3/20,4 dB(A)	39,8/29,5/20,7 dB(A)	28,5/21,5/17,1 dB(A) **	33,9/24,3/17,2 dB(A)
CPU-Temp., Serienlüfter bei 1.0 Sone	60,7 °C (960 U/min)	64,2 °C (1.800 U/min)	73,5 °C (1.860 U/min)	Nicht möglich (max. 0,8 Sone) **	86,2 °C (4.380 U/min)
FAZIT	⊕ Hohe Leistung ⊖ Relativ laut ⊖ Sehr breit	⊕ Relativ flach ⊕ Noch gute Leistung ⊖ Mittelmäßige Effizienz	⊕ Sehr flach ⊖ Vor allem gedrosselt schwach ⊖ Bei voller Drehzahl laut	⊖ Leistungsschwach ⊖ Kostet mehrere Hundert Euro … ⊕ … mit beiliegender CPU	⊕ Extrem flach ⊖ Leises, aber pfeifendes Geräusch ⊖ Leistungsschwach
	Wertung: **2,41**	Wertung: **2,42**	Wertung: **3,54**	Wertung: **3,74**	Wertung: **4,41**

* Lüfter mit größentypischen Rahmen. Ggf. weitere Formate mit atypischen Rahmen möglich **Maximalleistung bei 25 °C Umgebungstemperatur. In wärmerer Umgebung höhere Drehzahlen und damit höhere Leistung bei höherer Lautheit

SSD-Ensemble

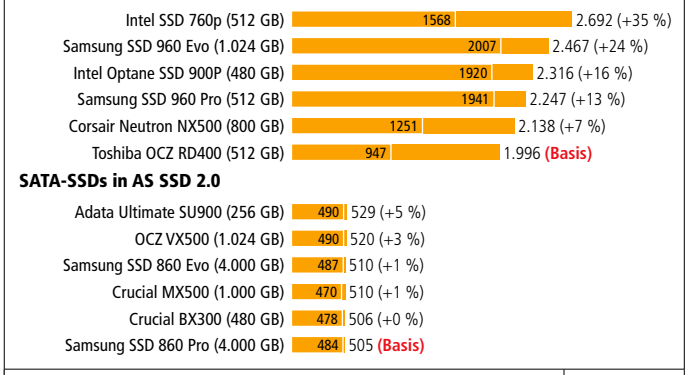
Samsung dominiert den SSD-Markt. Den ganzen Markt? Nein. Eine von unbeugsamen Herstellern vereinte Konkurrenz hört nicht auf, dem Marktführer Widerstand zu leisten.

Wer jetzt aufrüsten möchte, steigt nicht unbedingt von der HDD auf die SSD um, eher vom SATA-Modell im 2,5-Zoll-Format auf die schnellere PCI-E-SSD mit aktuellem NVME-Protokoll. Die meisten modernen Mainboards tragen einen M.2-Sockel, der PCI-Express 3.0 x4 bietet. Manche haben einen weiteren, der auch SATA-Modelle im M.2-Format unterstützt. Damit die PCI-E-SSD nicht im falschen M.2-Slot landet, hilft ein Blick ins Mainboard-Handbuch. Bei manchen Sockeln handelt es sich um Kombibuchsen, die sowohl SATA als auch PCI-Express mit nur zwei Lanes bieten. Während die ersten PCI-E-SSDs im Steckkartenformat gebaut wurden, hat sich die acht Zentimeter lange M.2-Platine mittlerweile durchgesetzt – ausgestorben ist die Steckform aber nicht. Über einen Adapter, den manche Hersteller mitliefern, kann sie genauso gut am PCI-E-3.0-x16-Port betrieben werden.

Technisch bedingt sind die Express-Modelle deutlich schneller als die SATA-Pendants, in der Praxis macht sich das jedoch nicht immer bemerkbar. Die hohen MB/s-Angaben der sequenziellen Lese- und Schreibwerte sehen im Datenblatt zwar schön aus, sie haben aber kaum Aussagekraft für die Praxisleistung. Dafür sind die Aufgaben zu verschieden: In unserem Kopiertest sind die besten PCI-E-SSDs doppelt oder gar drei Mal so schnell wie langsame SATA-Modelle, bei einer Spieleinstallation aber sind die Unterschiede kaum vorhanden. In der PCGH-Ausgabe 04/2017 haben wir außerdem den Einfluss der Speicherart auf aktuelle Spiele untersucht, also Ladezeiten und Frametimes verglichen. Das Fazit: Die Ladezeiten einer HDD dauern gut doppelt so lange, während der Unterschied zwischen den beiden SSD-Arten nur eine oder wenige Sekunden ausmacht. Allein für Spiele lohnt sich kein Umstieg von SATA auf PCI-Express 3.0.

Intel Optane SSD 900P: Neuer PCI-E-Spitzenreiter. In den marketingträchtigen Spitzenwerten beim sequenziellen Lesen und Schreiben kommt Intels neue 900P nicht an den aktuellen Platzhirsch von Samsung, die SSD 960 Pro, heran. Dennoch stößt sie das aktuelle Nonplusultra in unserem Test vom Thron. Hinter Optane steckt der 3D-Xpoint-Speicher, der den klassischen NAND-Flash ablösen soll. Er läutet zwar keine neue Leistungsklasse ein, soll aber deutlich haltbarer sein und über geringere Latenzen verfügen. Beide Eigenschaften sind eher für den Servermarkt als für den Endverbraucher wichtig, weswegen Intel mit 3D Xpoint zunächst eine Enterprise-SSD veröffentlichte und mit Optane Memory nur eine SSD-Cache-Lösung, die günstige HDD-Systeme beschleunigen soll, also kein echtes Laufwerk ist. Mit der 900P hat Intel nun ein Modell für den Endverbraucher veröffentlicht, das auch die betagte Intel SSD 750 ablöst. Im Vergleich zu dieser ist die 900P auch nicht mehr so stromhungrig. Statt 4 Watt allein im Ruhezustand genehmigt sich die 900P nur 1,5 Watt, wie wir gemessen haben. Ausschlaggebend dafür, dass die 900P die 960 Pro in unserem Test geschlagen hat, war die hohe und gleichzeitig konstante IOPS-Leistung. Technisch bedingt gibt es bei 3D Xpoint kein Drosseln der Datenraten mehr, das

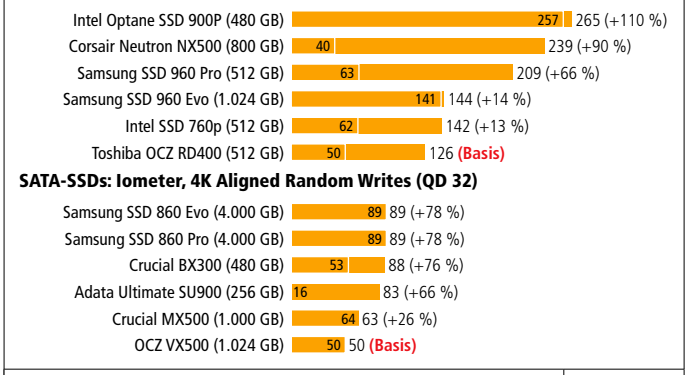
Lese- und Schreibleistung im Benchmark



System: Core i7-4790K @ 4,00 GHz (Stromsparfunktionen aus), Asrock Z97 Extreme 6, 8 GiByte DDR3-2133, Intel RST 13.6 **Bemerkungen:** SATA-SSDs unterscheiden sich in ihrer Leistung kaum noch.

MB/S Schr. | **Lesen**
▶ Besser

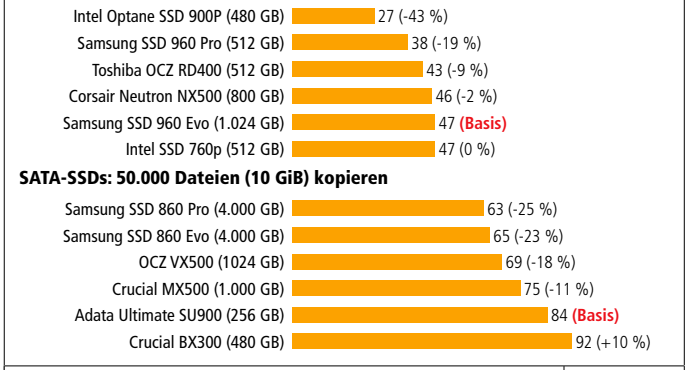
IOPS jeweils nach 5 und 30 Minuten



System: Core i7-4790K @ 4,00 GHz (Stromsparfunktionen aus), Asrock Z97 Extreme 6, 8 GiByte DDR3-2133, Intel RST 13.6 **Bemerkungen:** Bei den IOPS gibt es noch recht große Unterschiede. Im Alltag nimmt man diese jedoch oft nicht wahr.

x1.000 IOPS 30 Min. | **5 Min.**
▶ Besser

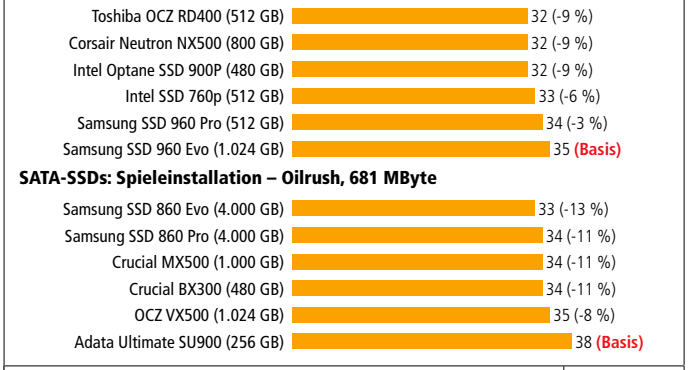
Kopiertest: PCI-E-Modelle sind etwas schneller



System: Core i7-4790K @ 4,00 GHz (Stromsparfunktionen aus), Asrock Z97 Extreme 6, 8 GiByte DDR3-2133, Intel RST 13.6 **Bemerkungen:** Wer oft große Datenmengen hin und her schaufelt, greift besser zur PCI-E-SSD.

Sekunden
◀ Besser

Kaum Unterschiede in einer Spieleinstallation



System: Core i7-4790K @ 4,00 GHz (Stromsparfunktionen aus), Asrock Z97 Extreme 6, 8 GiByte DDR3-2133, Intel RST 13.6 **Bemerkungen:** Unsere Spieleinstallation dauert auf allen Modellen nahezu gleich lange.

Sekunden
◀ Besser

auf den kleinen ungekühlten PCI-Express-SSDs mit NAND-Flash im M.2-Format bei konstanten Zugriffen temperaturbedingt auftritt. In der Praxis kommt das so gut wie nie vor, da bis zur Drosselung etliche Gigabytes bereits geschrieben sind. Der Privatanwender schaufelt aber selten Terabytes hin und her, daher ist das Leistungsplus der PCI-E-Schnittstelle kaum spürbar. Unsere Testmenge an 10 GB schrieb die 900P mit 27 Sekunden in Rekordzeit. Der extrem hohe Preis macht die SSD aber für Privatanwender nahezu uninteressant. Noch immer kostet sie bei gleicher Kapazität das Doppelte einer 960 Pro.

Samsung SSD 960 Pro: Lange Zeit das Nonplusultra der Consumer-SSDs. Keine ist schneller in den Benchmarks: Der 960 Pro werden im sequenziellen Lesen bis zu 3,5 GBit/s zugeschrieben. Diese werden unter günstigsten Bedingungen, also etwa schnelle CPU oder unkomprimierte Daten, auch in Benchmarks erreicht. In unseren drei Praxismessungen ist der Vorsprung der 960 Pro zum Rest nicht ganz so drastisch, dennoch liegt das aktuelle Topmodell auch hier noch immer vorne. In den IOPS können ihr nur die deutlich teurere Intel 900p und die Corsair NX500 das Wasser reichen. Der noch immer hohe Preis der 960 Pro rechtfertigt sich durch die 5 Jahre Garantie und durch das recht hohe garantierte Schreibvolumen. Ein weiterer Unterschied zu manch anderem aktuellen Modell ist der MLC-Speicher (Multi Level Cell). Er speichert nur zwei statt drei Bit pro Zelle, wie TLC (Triple Level Cell) und gilt damit zumindest theoretisch als haltbarer. Die aktuell wohl beste SSD auf dem Markt hat nicht unbedingt das beste Preis-Leistungs-Verhältnis. Mit der recht guten Garantie wird hier mehr für die Sicherheit als für die praktische Leistung gezahlt, sodass Privatanwender mit einem günstigeren Modell genauso gut auskommen.

Einige neue High-End-SSDs erscheinen im Steckkartenformat mit Passivkühler. Sie machen der Samsung SSD 960 Pro gute Konkurrenz, sind aber noch verhältnismäßig teuer.

Intel SSD 760p: Neue Preis-Leistungs-Spitze Mit der 600p hatte Intel die untere Grenze in der PCI-E-Oberklasse abgesteckt. Sie ist kaum leistungsfähiger als eine SATA-SSD, dafür aber auch kaum teurer. Die 760p, egal ob offizieller Nachfolger oder nicht, liest sich im Datenblatt wie eine Weiterentwicklung der 600p. Im sequenziellen Lesen soll sie stolze 3.230 MB/s schnell sein. Im Gegensatz zur 600p, die gerade mal die Hälfte schafft, konkurriert sie nun mit dem Platzhirsch von Samsung – der 960 Evo. Wie diese hat die 760p einen günstigeren TLC-Speicher und kommt auf eine solide Leseleistung. Aktuell ist sie bei in etwa ähnlicher Praxisleistung im Preis pro Gigabyte etwas günstiger als die 960 Evo, was sie für den ambitionierten Privatanwender interessant macht.

Corsair Neutron NX500: Zurück zu den Steckkarten? PCI-Express-SSDs sind schneller als ihre SATA-III-Pendants, daher werden sie auch relativ warm. Bei längerem Datenschaufeln setzt somit temperaturbedingt eine Drosselung ein. Eine Steckkarten-SSD mit Kühler ist deswegen gegenüber den meist nackten M.2-Riegeln im Vorteil. Dieser fällt jedoch nur gering aus, da in der Praxis derart große Schreiborgien äußerst selten vorkommen. In unserem Test knickt die Leistung der NX500 erst nach über 17 Minuten ein, wenn schon über ein Terabyte geschrieben ist. Preislich liegt die NX500 mittlerweile auf dem Niveau einer 960 Pro. Sie ist damit eine Alternative für alle mit Mainboard ohne M.2-Buchse.

Samsung SSD 960 Evo: Gute Leistung und fairer Preis. Mit der 960 Evo brachte Samsung eine PCIe-SSD auf den Markt, die nicht nur in der Leistung ziemlich nahe an die 960 Pro, herankommt. Auch im Preis pro GB wird sie bei den PCIe-Modellen aktuell nur von der Intel SSD 760p unterboten. Die Samsung SSD 960 Evo hat ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis in der PCI-Express-Klasse. Dafür ist hier TLC- statt MLC-NAND im Einsatz, was kaum ein Nachteil ist.

OCZ RD400: Lange Garantie und gute Leistung. Die RD400 von Hersteller Toshiba, welcher vor einiger Zeit die Konkurrenzfirma OCZ erwarb, führt unsere Rangliste bei der Messung einer Spieleinstallation an. Zwei Sekunden Vorsprung ist zwar nicht viel, relativ aber schon, wenn man bedenkt, dass sich SATA- und PCIe-Modelle hier kaum unterscheiden. Mit fünf Jahren Garantie und MLC-NAND ist sie eher mit der Samsung SSD 960 Pro vergleichbar. Zwar fällt die garantierte Schreibleistung deutlich geringer aus, dafür ist sie aber auch etwas günstiger bei gleicher Kapazität. In Sachen Preis-Leistungs-Verhältnis ist sie ein Kompromiss aus beiden Samsung-Modellen.

Crucial MX500 vs. Samsung 860 Evo: Mainstream-Mittelklasse im Vergleich. Noch im Dezember 2017 preschte Crucial vor und veröffentlichte die MX500. Samsung kündigte erst Ende Januar die 860 Evo und die 860 Pro an. Die Datenblätter der Crucial MX500 und der Samsung 860 Evo lesen sich ziemlich ähnlich, weswegen sich ein direkter Vergleich beider Modelle aufdrängt. So verfügen die beiden neuen Modelle über fünf Jahre Garantie und über 64-lagige 3D-TLC-Speicherchips. Samsung nennt die vertikale Zellenstapelung nur anders, nämlich V-NAND (vertical NAND). Die aktuellen Generationen der Flash-Speicher beider Hersteller (Micron und Samsung) versprechen eine verbesserte Energieeffizienz. Die Leistungsunterschiede zu älteren Modellen befinden sich aber eher auf einem homöopathisch niedrigen Niveau. Verglichen mit den beiden Modellen hat der mittlerweile vier

PCI-Express-SSDs

Auszug aus Testtabelle mit 20 Wertungskriterien

	480 GB	512 GB	512 GB	800 GB	1.024 GB	512 GB
Produktinfo/-name	**Optane SSD 900P**	**SSD 960 Pro**	**SSD 760p**	**Neutron NX500**	**SSD 960 Evo**	**OCZ RD400**
Modellbezeichnung	SSDPED1D480GASX	MZ-V6P512BW	SSDPEKKW512G8XT	CSSD-N800GBNX500	MZ-V6E1T0BW	RVD400-M2280-512G-A
Hersteller (Website)	Intel (www.intel.com)	Samsung (www.samsung.com)	Intel (www.intel.com)	Corsair (www.corsair.com)	Samsung (www.samsung.com)	Toshiba (www.toshiba.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1717910	www.pcgh.de/preis/1511186	www.pcgh.de/preis/1762016	www.pcgh.de/preis/1649775	www.pcgh.de/preis/1511201	www.pcgh.de/preis/1448318
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 575,-/mangelhaft	Ca. € 290,-/ausreichend	Ca. € 175,-/gut	Ca. € 470,-/ausreichend	Ca. € 390,-/gut	Ca. € 250,-/befriedigend
Preis pro GiB	€ 1,29/GiB	€ 0,6/GiB	€ 0,39/GiB	€ 0,63/GiB	€ 0,41/GiB	€ 0,52/GiB
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)/ Garantierte Schreibmenge (TBW)	1.600.000 Stunden/8.760 TB	1.500.000 Stunden/800 TB	1.600.000 Stunden/288 TB	2.000.000 Stunden/1396 TB	1.500.000 Stunden/400 TB	1.500.000 Stunden/296 TB
SSD-Controller	Intel SLL3D	Samsung Polaris	Silicon Motion SM2262	Phison PS5007-E7	Samsung Polaris	Toshiba TC58NCP070GSB
Flash-Chips	3D XPoint, 20nm	MLC-VNAND (48 Lagen)	3D-NAND TLC	MLC (15nm, Toshiba/SanDisk)	TLC-VNAND (48 Lagen)	Toshiba 15-nm-MLC
DRAM-Cache	-	1 GB LPDDR3	-	2 GB DDR3	1 GB LPDDR3	512 MiB Samsung LPDDR3
Ausstattung (20 %)	**2,59**	**2,20**	**2,20**	**2,08**	**2,92**	**2,25**
Formatierte Kapazität (GiByte)	447,13 GiByte	476,94 GiByte	447,13 GiByte	745,04 GiByte	953,87 GiByte	476,94 GiByte
Herstellergarantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre (AWP)
Zubehör/Besonderheiten	Intel SSD-Toolbox/NVMe-Treiber	SSD Magigian/NVMe-Treiber	Intel SSD-Toolbox/NVMe-Treiber	Corsair SSD Toolbox	SSD Magigian/NVMe-Treiber	Toshiba SSD Utility/ NVMe-Treiber
Eigenschaften (20 %)	**1,76**	**1,34**	**1,60**	**1,40**	**1,63**	**1,63**
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	2.316 MB/s, 1.920 MB/s	2.247 MB/s, 1.941 MB/s	2.692 MB/s, 1.568 MB/s	2.138 MB/s, 1.251 MB/s	2.467 MB/s, 2.007 MB/s	1.996 MB/s, 947 MB/s
Schnittstelle	4 × PCI-Express 3.0	4 × PCI-Express 3.0	4 × PCI-Express 3.0	4 × PCI-Express 3.0	4 × PCI-Express 3.0	4 × PCI-Express 3.0
NAND-Typ	3D XPoint, 20nm	MLC-VNAND (48 Lagen)	3D-NAND TLC	MLC (15nm, Toshiba/SanDisk)	TLC	MLC
Trim-Unterstützung (Garbage Collection)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Format	PCI-E (HHHL)	M.2	M.2	PCI-E (HHHL)	M.2	M.2
Leistungsaufnahme Leerlauf/ Lesen/Schreiben	2,3/3,9/5,3 Watt	0,5/1,5/2,0 Watt	0,5/2,3/2,6 Watt	1,0/1,5/2,0 Watt	0,5/2,8/2,8 Watt	2,0/2,8/3,6 Watt
Leistung (60 %)	**1,07**	**1,43**	**1,41**	**1,59**	**1,46**	**1,81**
FAZIT	⊕ Gute Workstation-Leistung ⊕ Haltbarer als NAND-Flash ⊖ Noch viel zu teuer	⊕ Top-Leistung ⊕ Hohe Haltbarkeit ⊖ Relativ teuer	⊕ Gutes Preis-Leistungs-Verh. ⊕ Solide Praxisleistung ⊖ Kein DRAM-Cache	⊕ Gute Leistung ⊕ Passive Kühlung ⊖ Realtiv hoher Stromverbr.	⊕ Gutes Preis-Leistungs-Verh. ⊕ Solide Praxisleistung ⊖ Nur 3 Jahre Garantie	⊕ Gute Leseleistung ⊕ Haltbarer MLC-Speicher ⊖ Hoher Idle-Verbrauch
	Wertung: **1,51**	Wertung: **1,57**	Wertung: **1,61**	Wertung: **1,65**	Wertung: **1,78**	Wertung: **1,86**

* (MTBF: Mean Time Between Failure)

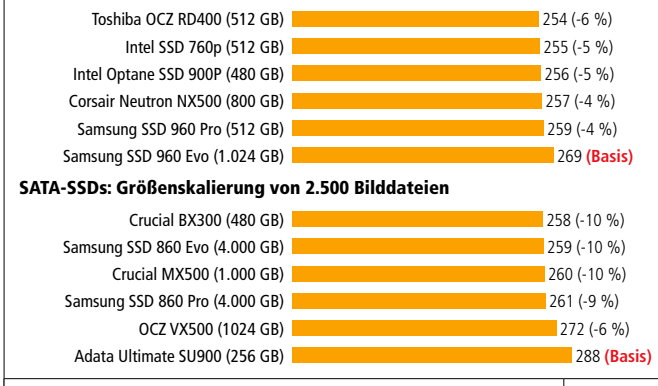
Jahre alte Evergreen 850 Evo in der Praxis eine nahezu identische Lese- und Schreibleistung. Wenig verwunderlich auch, dass sich die beiden gleichen Modelle MX500 und 860 Evo in unseren Praxistests nur unwesentlich unterscheiden. Die Samsung-SSD ist hier einen Hauch schneller. Unseren 10-GiB-Kopiertest absolviert sie etwa in 65 Sekunden, während die MX500 zehn Sekunden mehr benötigt. In anderen Anwendungen, etwa bei Programmstarts, Video-Rendering oder Spiele-Ladezeiten messen wir weitaus geringere Unterschiede von nur wenigen Sekunden. Kurzum: Nicht nur die Ausstattung, sondern auch die Leistung beider Modelle sind nahezu identisch, weswegen es letztlich auf den Straßenpreis ankommt. Die Crucial MX500 ist noch deutlich günstiger.

OCZ VX500: Leistungsfähige Metallplatte. In der Klasse der SATA-SSDs gibt es nicht mehr viel über Leistungssprünge zu berichten, wie die AS-SSD-Benchmarkwerte zeigen. Da Toshiba mittlerweile OCZ aufgekauft hat und sich die VX500 äußerlich nur durch das Etikett von der Toshiba Q300 Pro unterscheidet, liegt es nahe, dass auch die Innereien gleich sind. Die Platine steckt in einem soliden Metallgehäuse, das nicht nur robuster ist als die üblichen Plastikkästen, sondern auch besser Wärme ableitet. Wir haben einen Blick ins Gehäuse gewagt und waren positiv von den Wärmeleitpads überrascht, welche die Distanz zwischen Chips und Gehäuse überbrücken. Die Leistung dürfte das nicht unbedingt beeinflussen – es beweist aber, dass Toshiba nicht an den Details spart, daher kommen hier auch haltbare MLC-Chips zum Einsatz. Toshiba spendiert der Q300 Pro außerdem ein SSD-Tool sowie eine Cloning-Software. Einziger Wermutstropfen ist der Preis.

Crucial BX300: Überraschend gut für ein „Billigmodell". Die BX-Serie war bislang Crucials Kampfpreisklasse, während die MX-Modelle eine gute Performance abliefern sollten. Das schafft nun aber auch die neue BX300, obwohl ihre Vorgänger, BX200 und BX100, eher enttäuschten. Der Hersteller bietet die SSDs im 2,5-Zoll-Format und in Kapazitäten von 120 GB, 240 GB und 480 GB an. Egal ob in den Benchmarks mit Atto und AS-SSD oder in unseren Praxistests, die BX300 ist fast immer besser als die ältere MX300. Lediglich im Kopiertest mit 10 GB an Daten genehmigt sie sich mit 92 Sekunden fast zehn Sekunden mehr als die MX300. Verglichen mit der Samsung 860 Evo, die in unserer Wertung leicht vorne liegt, kann die BX300 in der SATA-Oberklasse mithalten.

Adata Ultimate SU900: Ein Blumenstrauß an Dreingaben. Viele Modelle werden ohne jegliches Zubehör geliefert, die Adata Ultimate SU900 hingegen überrascht mit einer üppigen Ausstattung. So ist es das einzige Modell, dem ein 3,5-Zoll-Einbaurahmen beiliegt. Ultimativ ist auch die Garantieleistung: Fünf Jahre sind bei SATA-SSDs zwar nichts Besonderes, wohl aber die garantierte Schreibleistung über 800 TBW bei einer 256-GB-SSD. Sowohl in synthetischen Benchmarks als auch in den Praxistests erreicht sie gute Werte und liefert eine solide Performance ab. *(mc)*

Bildbearbeitung: Geringe Unterschiede



System: Core i7-4790K @ 4,00 GHz (Stromsparfunktionen aus), Asrock Z97 Extreme 6, 8 GiByte DDR3-2133, Intel RST 13.6 **Bemerkungen:** Die teureren PCI-Express-SSDs bieten in der Stapelverarbeitung kaum Vorteile.

Sekunden
◀ Besser

SATA-SSDs

Auszug aus Testtabelle mit 20 Wertungskriterien

	4.000 GB	4.000 GB	1.024 GB	1.000 GB	480 GB	256 GB
Produktinfo/-name	**SSD 860 Evo**	**SSD 860 Pro**	**VX500**	**MX500**	**BX300**	**Ultimate SU900**
Modellbezeichnung	MZ-76E4T0BW	MZ-76P2T0B/EU	VX500-25SAT3-1T	CT1000MX500SSD4	CT480BX300SSD1	ASU900SS-256GM-C
Hersteller	Samsung (www.samsung.com)	Samsung (www.samsung.com)	OCZ (www.ocz.com)	Crucial (www.crucial.de)	Crucial (www.crucial.de)	Adata (www.adata.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1756907	www.pcgh.de/preis/1759190	www.pcgh.de/preis/1507141	www.pcgh.de/preis/1745357	www.pcgh.de/preis/1680272	www.pcgh.de/preis/1563414
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.380,-/befriedigend	Ca. € 1.899,-/mangelhaft	Ca. € 370,-/befriedigend	Ca. € 225,-/gut	Ca. € 140,-/gut	Ca. € 80,-/befriedigend
Preis pro GiB	€ 0,37/GiB	€ 0,50/GiB	€ 0,39/GiB	€ 0,24/GiB	€ 0,30/GiB	€ 0,34/GiB
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)/ Garantierte Schreibmenge	1.500.000 Stunden/2400 TB	2.000.000 Stunden/4800 TB	1.500.000 Stunden/592 TB	1.800.000 Stunden/360 TB TB	- Stunden/160 TB	2.000.000 Stunden/800 TB
SSD-Controller	Samsung MJX	Samsung MJX	Toshiba TC358790XBG	Silicon Motion SM2258	Silicon Motion SM2258XT	Silicon Motion SMI2258
Flash-Chips	TLC-VNAND (64 Lagen)	MLC-VNAND (64 Lagen)	MLC (15nm, Toshiba/SanDisk)	3D-NAND TLC	3D-NAND MLC	3D-NAND MLC
DRAM-Cache	4 GiB LPDDR3	4 GiB LPDDR3	256 MB LPDDR3	1 GiB DDR3	256 MB DDR3	-
Ausstattung (20 %)	**2,53**	**2,53**	**2,33**	**2,46**	**2,72**	**2,21**
Formatierte Kapazität (GiB)	3.725,9 GiByte	3.814,7 GiByte	953,87 GiByte	953,87 GiByte	465,76 GiByte	238,47 GiByte
Herstellergarantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
Zubehör/Besonderheiten	Samsung Magician	Samsung Magician	SSD Utility, Acronis True Image	9-mm-Adapter, SSD Tool	9-mm-Adapter, SSD Tool	3,5-Zoll-Rahmen, Schrauben
Eigenschaften (20 %)	**1,65**	**1,61**	**1,67**	**2,18**	**1,83**	**1,51**
Schnittstelle	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s	SATA 6 GBit/s
NAND-Typ	TLC-VNAND (64 Lagen)	MLC-VNAND (64 Lagen)	MLC (15nm, Toshiba/SanDisk)	3D-TLC	3D-MLC	3D-NAND MLC
Trim-Unterstützung (Garbage Collection)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bauhöhe/Format	7 mm	7 mm	7 mm	7 mm	7 mm	7 mm
Leistungsaufnahme Leerlauf/ Lesen/Schreiben	0,1/2,3/2,0 Watt	0,1/2,0/1,9 Watt	0,1/2,3/2,5 Watt	0,5/2,5/3,0 Watt	0,3/2,0/3,0 Watt	0,1/1,6/2,2 Watt
Leistung (60 %)	**1,45**	**1,50**	**1,85**	**1,72**	**1,78**	**2,09**
FAZIT	⊕ Gute Praxisleistung ⊕ Viele Kapazitätsvarianten ⊖ Noch etwas teuer	⊕ Lange Haltbarkeit ⊕ Große Kapazität ⊖ 850 Pro hat 10 J. Garantie	⊕ Gute Leistung ⊕ Haltbarer MLC-Flash ⊖ Geringer DRAM-Cache	⊕ Gutes P/L-Verhältnis ⊕ Fünf Jahre Garantie ⊖ Mittelmäßige Kopierleist.	⊕ Gutes P/L-Verhältnis ⊕ Haltbarer MLC-Flash ⊖ Nur 3 Jahre Garantie	⊕ Gute Ausstattung ⊕ Haltbarer MLC-Flash ⊖ Kein DRAM-Cache
	Wertung: **1,71**	Wertung: **1,73**	Wertung: **1,91**	Wertung: **1,96**	Wertung: **1,98**	Wertung: **2,00**

* (MTBF: Mean Time Between Failure)

Ohne Strom nichts los

Der Kauf eines Netzteils will gut überlegt sein, denn es kommt nicht nur auf die reine Leistung an, andere Kriterien sind bei der Kaufentscheidung ebenso wichtig. Wir geben einen Überblick.

Netzteile werden seltener ausgetauscht als andere PC-Komponenten – gerade aus diesem Grund sollte Ihre Kaufentscheidung wohlüberlegt sein. Neben dem Preis und der bloßen Leistung des Spannungswandlers sind Lautheit, Schutzschaltungen und Effizienz die wichtigsten zusätzlichen Kenngrößen für einen optimalen Betrieb. Der Umgang mit der Restwelligkeit, die Spannungsregulation und die Stützzeit sind weitere Faktoren, die bei der Wahl Ihres zukünftigen Stromspenders beachtet werden sollten – diese Eigenschaften können das ganze System beeinflussen. Wir wollen Ihnen in diesem Artikel einen Überblick über typische Gaming-PC-Netzteile bis 650 Watt und Spannungswandler für High-End-Ansprüche (700 bis 1.000 Watt), aber auch allgemeine Information zu Spannungswandlern geben. Schließlich sollen Sie nach der Lektüre dieses Artikels informiert in den Netzteilkauf gehen können. Außerdem haben wir für Sie einige Empfehlungen in der Testtabelle, an denen Sie sich orientieren können.

Die Netzteil-Mittelklasse: 500 bis 650 Watt

Für Anwender mit Single-Grafikkarten-Systemen und moderaten Übertaktungsambitionen eignet sich der Leistungsbereich zwischen 500 und 650 Watt sehr gut, denn Spielerechner mit nur einer Grafikkarte – neben der CPU die energiehungrigste Komponente im System – benötigen in der Regel deutlich weniger Energie als SLI-Systeme und haben somit meist noch einen kleinen Puffer für Ihre etwaigen Overclockingversuche. Diese Kategorie stellt daher, zumindest hierzulande, den wohl absatzstärksten Bereich bei Netzteilen dar.

Generell sollten Sie für einen Gaming-PC besonders Netzteile ab einer Gold-Zertifizierung der 80-Plus-Initiative ins Auge fassen. Ab dieser Einstufung garantiert man Ihnen bei Halblast 92 Prozent Effizienz für Stromspender, die sich meist für 500 bis 650 Watt in einer Preisspanne von 60 bis 115 Euro bewegen. Spannungswandler mit einer Bronze- oder Silber-Zertifizierung werden dank der ähnlichen Preisgestaltung zu Goldnetzteilen obsolet – stattdessen geben Sie bessere Baugruppen, längere Garantiezeiten und Effizienz auf. Entscheiden Sie sich gar für Platinum- oder Titanium-Netzteile, haben Sie nicht nur einen erhöhteren Wirkunsggrad und eine hochwertigere Bestückung gekauft, sondern meist auch Garantiezeiten oberhalb der sieben Jahre – hier unterstreichen die Hersteller gerne ihr Vertrauen in das eigene Produkt. Aus diesem Grund finden Sie auf den folgenden Seiten auch keine Empfehlung für Bronze- oder Silberexemplare.

Grundsätzlich können Sie bei der Auswahl in unserer Testtabelle wenig falsch machen: Alle Probanden schneiden mit Einser-Wertungen ab und eignen sich vorbehaltlos für den Einsatz in einem Spielerechner. Es kommt daher vor allem auf Ihre persönlichen Vorlieben an: Soll Ihr Wunschnetzteil in einem Silent-System zum Einsatz kommen? Dann ist ein passives Netzteil genau das Richtige für Sie, oder ein Blick in unsere Messungen im unteren Drittel der Tabelle hilft weiter: Dort sind die jeweils im schallisolierten Labor ermittelten Lautheitswerte bei 10, 20, 50, 80 und 100 Prozent Last aufgeführt. Bleibt das Netzteil selbst bei vollständiger Belastung deutlich unter 1,0 Sone, können Silent-Fanatiker bedenkenlos zugreifen. So finden Sie in unserer Tabelle zwar keine passiv gekühlten Vetreter, aber das Silverstone Strider Platinum 650 Watt erreicht bei Volllast gerademal 0,6 Sone, unterboten mit einer gemessenen Lautheit von 0,4 Sone vom Enermax Revolution Xt II.

Natürlich spielt auch die Größe eine Rolle, vor allem wenn Sie einen kleinen HTPC (Home Theater Personal Computer) oder

NETZTEILE

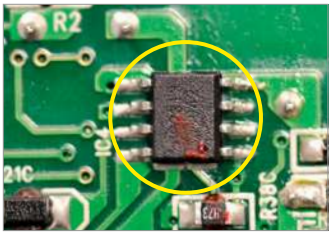
Auszug aus Testtabelle
mit über 63 Wertungskriterien

Produkt	Focus+ Platinum 550 Watt	Prime Gold 650	Whisper M	Strider Platinum 650 Watt
	550 Watt	650 Watt	550 Watt	650 Watt
Modellnummer	SSR-550PX	SSR-650GD Active PFC F3	BWG550M	ST65F-PT
Hersteller	Seasonic	Seasonic	Bitfenix	Silverstone
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	90,- Euro/sehr gut	105,- Euro/sehr gut	90,- Euro/sehr gut	130,- Euro/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/focusplatinum550	www.pcgh.de/schallsee	www.pcgh.de/Fluesterleise	www.pcgh.de/striderplatin650
Dauerleistung (Herstellerangabe)	550 Watt	650 Watt	550 Watt	650 Watt
Ausstattung (20 %)	**1,60**	**1,45**	**1,46**	**1,51**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	45-85 cm / 45-65 cm	35-71 cm/45-69 cm	95 cm/95 cm	60-100 cm / 60-90 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1/3/6 Stück	1/3/6 Stück	0/4/8 Stück	2/6/8 Stück
EPS-12V- (ATX12V)/ATX-Stecker (Länge)	1 x 4+4 Pin (70 cm) + Adapter für PCI-E auf EPS, 20 + 4 Pin (55 cm)	4+4-Pin (65 cm), 20+4-Pin (61 cm)	4+4-Pin (65 cm), 20+4-Pin (60 cm)	1 x 4+4 Pin (70 cm) + Adapter für PCI-E auf EPS, 20 + 4 Pin (55 cm)
PCI-E-Anschlüsse/Kabel (Länge)	2 x 6+2 Pin (70-80 cm)/zwei Anschlüsse an einem Kabel	4× 6+2-Pin (68 cm)	2× 6+2-Pin (65 cm)	4 x 6+2 Pin (70-80 cm)/ zwei seperate Kabel mit je zwei Anschlüssen
Modulares Kabelsystem	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem (Lüftergröße, Art des Lagers)	Aktiv, 120-mm-FDB-Lüfter	Aktiv, 135-mm-Lüfter	Aktiv, 135-mm-Lüfter	Aktiv, 120-mm-Gleitlagerlüfter
Handbuch/Garantie	Kurzanleitung / 10 Jahre	Kurzanleitung /12 Jahre	Kurzanleitung /7 Jahre	Kurzanleitung / 5 Jahre
Schutzschaltungen	OVP, UVP, OCP, OPP; SCP, OTP	OVP, UVP, SCP, OCP, OPP, OTP	OVP, UVP, SCP, OCP, OPP, OTP	OVP, UVP, OCP, OPP; SCP, OTP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Tasche, Schrauben	Kaltgerätestecker, Tasche, Kunststoff- und Klettkabelbinder, Schrauben, Hersteller-Badge	Kaltgerätestecker, Tasche, Kunststoffkabelbinder, Schrauben	Kaltgerätestecker, Tasche, Schrauben, Daumenschrauben
Eigenschaften (20 %)	**1,50**	**1,25**	**1,35**	**1,63**
Kondensatoren primär	Nippon Chemicon 390 µF, 400 V, 105°C	2x Nippon Chemi-Con 220 µF, 400 V, 105 °C	1x Nichicon 390 µF, 400 V, 105 °C	Nippon Chemicon 470 µF, 400 V, 105°C
Kondensatoren sekundär	Nippon Chemicon 3300 µF, 16 V, 105°C	Nippon Chemi-Con 105 °C, Rubycon 105 °C	Chemi-Con 105 °C	Nippon Chemicon 2200 µF, 16 V, 105°C
Abmessungen L × B × H	140 × 150 × 86 mm	170 × 150 × 86 mm	160 × 150 × 86 mm	150 × 160 × 86 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	100 Watt	100 Watt	100 Watt	120 Watt
Belastbarkeit +12-V-Schienen	540 Watt	648 Watt	550 Watt	650 Watt
Aufteilung +12-V-Schienen	Single-Rail	Single-Rail	Multi-Rail	Single-Rail
Leistung (60 %)	**1,58**	**1,62**	**1,59**	**1,69**
Prüfung 80-Plus-Zertifizierung (115V/230V)	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Effizienz 10/20/50/100 %(230 Volt)**	87/92/93/92	89/92/92/91	88/92/93/91	89/92/93/91
Effizienz bei 25/90/250/500 Watt	78/91/93/92	78/90/93/92	80/91/93/91	76/91/93/93
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0/0/0/0,3/2,0 Sone	0/0/0,7/0,7/2,4 Sone	0,1/0,1/0,1/0,1/0,5 Sone	0/0/0,4/0,4/0,6 Sone
Leistungsaufnahme bei 45 mA ErP	0,37 Watt	0,38 Watt	0,36 Watt	0,4 Watt
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,8-0,98	0,73-0,97	0,71-0,97	0,85-0,99
Stützzeit PG(>16ms)/V(>17ms)	18,6 ms / 5,06 ms	nicht verfügbar	nicht verfügbar	falsches PG-Signal
Restwelligkeit bei 100 % Last***	20/30,2/21,5/21/19 mV	8,9/25,4/14,3/24,7 mV	14,1/28,9/20,3/13,9/30,2 mV	31,8/34/58,8/30,3/16,9 mV
Spannungsregulation	Sehr gut	Gut	Sehr gut	Gut
FAZIT	⊕ Beste Holdup-Time ⊕ Sehr gute Spannungsregulation ⊖ Relativ karge Ausstattung	⊕ 12 Jahre Garantie ⊕ Beste Effizienzwerte ⊖ Lüfter unter Volllast zu laut	⊕ Selbst unter Volllast leise ⊕ Sehr gute Spannungsregulation ⊖ Stützzeit nicht erreicht	⊕ Gute Spannungsregulation ⊕ Gutes Verhalten in Crossload-Situationen ⊖ Holdup-Time, Ripple auf -12-V-Leitung
	Wertung: **1,50**	Wertung: **1,51**	Wertung: **1,52**	Wertung: **1,64**

* Auslastung ** +5V, +12V, -12V, +3,3V, +5Vsb

schlicht eine Gaming-Lösung in Konsolengröße zusammenbauen möchten. Ideal hierfür geeignet ist der SFX- beziehungsweise SFX-L-Formfaktor, da hier bis zu 40 x 25 x 20,5 mm (T x B x H) gegenüber dem ATX-Standard eingespart werden können. Dafür haben wir Ihnen zwei Netzteile herausgesucht, einmal das Corsair SF600, das mit einer soliden Leistung und einer strikten Spannungsregulation punktet und bis zu einem Lastbereich von 15 Prozent passiv betrieben werden kann. Alternativ haben wir das SFX-L Power von Be Quiet ausgesucht, welches wiederum durch den etwas größeren SFX-L-Formfaktor einen breiteren und damit leiseren Lüfter eingebaut bekommen hat.

Ob Sie sich ein Single- oder Multi-Rail-Netzteil benötigen, hängt oft von Ihrer individuellen Präferenz ab, aber auch davon, was Sie mit dem Spannungswandler vorhaben. Viele Overclocker schwören auf Single-Rail-Netzteile, da dort die gesamte Leistung des Spannungswandlers theoretisch auf der 12-Volt-Leitung zur Verfügung steht, ein Übertakten ist aber auch mit einem Multi-Rail-Gerät problemlos machbar. In erster Linie spart das Single-Rail-Design den Herstellern Fertigungsaufwand und die damit verbundenen Kosten. Kommt es dagegen zu einem schleichenden Kurzschluss im Rechner, ist nicht gewährleistet, dass der Kurzschlussschutz (SCP: Short Circuit Protection) greift.



Bereits einfache Sicherungs-Chips wie der GR8313 (gelb markiert) stellen OVP, UVP und SCP zur Verfügung.

Die SCP funktioniert nämlich nur, wenn der Widerstand bei oder unter 0,1 Ohm liegt und bei einem Kurzschluss im Bauteil ist der gemessene Widerstand meist zu groß, sodass das Netzteil den Betrieb nicht rechtzeitig einstellt.

Multi-Rail-Ausführungen verteilen die 12-Volt-Schiene hingegen auf mehrere Leitungen mit begrenzter Stromstärke, was die Fertigung zwar verkompliziert, dafür aber den Schutz vor Kurzschlüssen und Überbelastungen dank der niedrigeren Belastbarkeit der Schienen erhöht. Dennoch können Sie bis 650 Watt bedenkenlos Single-Rail-Netzteile verwenden, da die Auslösewerte für die Schutzschaltungen in einem akzeptablen Rahmen bleiben. Erst bei Geräten mit 750 Watt oder mehr könnten die für die Schutzschaltungen notwendigen Stromstärken die Kabel schmelzen oder gar in Brand setzen. In unserer Tabelle finden Sie deshalb im unteren Wattbereich nahezu nur Single-Rail-Spannungswandler, ausgenommen das Whisper M. Im oberen Bereich unserer Tabelle haben wir noch das Straight Power 11 von Be Quiet angeführt, sowie das Corsair HX750, welches sogar einen Wechsel zwischen Multi- und Single-Rail erlaubt.

Mittlerweile verfügen moderne Netzteile über eine Vielzahl an Schutzschaltungen, die in erster Linie dazu dienen, Sie und Ihre Hardware vor Kurzschlüssen, Spannungsschwankungen im Netz oder Schlimmerem zu bewahren. In modernen Netzteilen sollten deshalb unbedingt Überspannungs- (OVP), Kurzschluss- (SCP), Unterspannungs- (UVP), Überlast- (OPP), Überstrom- (OCP) und eigentlich auch ein Überhitzungsschutz (OTP) verbaut sein. Viele Hersteller verzichten jedoch auf letztgenannte Schutzschaltung, da sie von den ATX-Bestimmungen nicht vorgeschrieben ist. Ab den höheren 80-Plus-Label-Zertifizierungen

NETZTEILE
Auszug aus Testtabelle
mit über 63 Wertungskriterien

	550 Watt	600 Watt	550 Watt	600 Watt
Produkt	**LC 550 V2.31**	**SF600**	**Revolution Xt II 550**	**SFX-L Power 600W**
Modellnummer	LC 550 V2.31	CP-9020105-EU	ERX550AWT	SFX-L-600W
Hersteller	LC Power	Corsair	Enermax	Be Quiet
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	115,- Euro/gut	105.- Euro/befriedigend	85,- Euro/gut	100,- Euro/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/lcpowerplatin550	www.pcgh.de/Corsairsf600	www.pcgh.de/umdrehung	www.pcgh.de/sfxl600w
Dauerleistung (Herstellerangabe)	550 Watt	600 Watt	550 Watt	600 Watt
Ausstattung (20 %)	**1,56**	**2,50**	**1,85**	**2,18**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	35-85 cm / 50-100cm	10-44 cm/10-44 cm	45-90 cm/45-90 cm	30-60cm und 50-80cm /30-70 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1/6/6 Stück	0/4/4 Stück	1/4/8 Stück	1/6/2 Stück
EPS-12V- (ATX12V)/ATX-Stecker (Länge)	1 x 4+4 Pin (55 cm), 20 + 4 Pin (55 cm)	4+4 Pin (40 cm), 20+4 Pin (30 cm)	4+4-Pin (60 cm), 20+4-Pin (60 cm)	4+4 Pin (40 cm), 20+4 Pin (30 cm)
PCI-E-Anschlüsse/Kabel (Länge)	4 x 6+2 Pin (55cm)/ zwei separate Kabel mit je zwei Anschlüssen	2 x 6+2 Pin (40cm)/ zwei separate Kabel	2× 6+2-Pin (50 cm)	4 x 6+2 Pin (50cm)/ zwei separate Kabel mit je zwei Anschlüssen
Modulares Kabelsystem	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, teilmodular	Ja, vollmodular
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem (Lüftergröße, Art des Lagers)	Aktiv, 135-mm-Gleitlagerlüfter	Aktiv, 92-mm-Rifle-Bearing-Lüfter	Aktiv, 139-mm-Lüfter	Aktiv, 80-mm-Gleitlagerlüfter
Handbuch/Garantie	Kurzanleitung / 5 Jahre	Kurzanleitung / 7 Jahre	Kurzanleitung / 5 Jahre	Kurzanleitung / 3 Jahre
Schutzschaltungen	OVP, UVP, OCP, OPP; SCP	OVP, UVP, OCP, OPP; OTP; SCP	OVP, UVP, SCP, OCP, OPP	OVP, UVP, OCP, OPP; OTP; SCP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Tasche, Schrauben, Flügelschrauben, Entkoppler	Kaltgerätestecker, zwei Taschen, Kabelbinder (Plastik), Schrauben, Sticker	Kaltgerätestecker, Tasche, Kunststoffkabelbinder, Klettkabelbinder, Schrauben, Cord-Guard, Sticker	Kaltgerätestecker, Schrauben, ATX-Blende
Eigenschaften (20 %)	**2,05**	**1,55**	**1,20**	**1,98**
Kondensatoren primär	Teapo 220µF, 420V, 85°C	Nippon-Chemicon, 470µF, 420V, 105°C	1x Nippon Chemicon 330 µF, 400 V, 105 °C	Rubycon 400µF, 420V, 85°C
Kondensatoren sekundär	Teapo 2200µF, 16V, 105°C	Rubycon 105°C	Nippon Chemi-Con 105 °C	Rubycon 3300µF, 16V, 85°C
Abmessungen L × B × H	150 × 165 × 86 mm	100 x 125 x 63 mm	160 × 150 × 86 mm	130 x 125 x 64 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	100 Watt	120 Watt	105 Watt	105 Watt
Belastbarkeit +12-V-Schienen	540 Watt	600 Watt	480 Watt	600 Watt
Aufteilung +12-V-Schienen	Single-Rail	Single-Rail	Single-Rail	Single-Rail
Leistung (60 %)	**1,89**	**1,93**	**2,30**	**2,18**
Prüfung 80-Plus-Zertifizierung (115V/230V)	Bestanden	Bestanden	Bestanden	Bestanden
Effizienz 10/20/50/100 %(230 Volt)**	90/93/94/92	87/91/93/92/92 Prozent	86/91/93/90	86/90/92/91/90 Prozent
Effizienz bei 25/90/250/500 Watt	81/93/94/92	76/89/93/93 Prozent	77/90/93/91	73/89/92/91 Prozent
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0,5/0,5/0,5/0,9/2,3 Sone	0/0,3/2/5/6,4 Sone	0,1/0,1/0,1/0,1/0,4 Sone	0,8/1,2/2,7/4,2 Sone
Leistungsaufnahme bei 45 mA ErP	0,47 Watt	0,35 Watt	0,41 Watt	0,41 Watt
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,64-0,97	0,74-0,98	0,77-0,98	0,86-0,99
Stützzeit PG(>16ms)/V(>17ms)	10,4 ms / 0,78 ms	15 ms / 17,48 ms	9,6 ms / 0 ms	15,2 ms / 16,91 ms
Restwelligkeit bei 100 % Last***	55/42,6/13,7/59,9/39,5 mV	16,4/32,8/23,2/23,2/13,5 mV	62,8/59,5/44,5/42,6/45,5 mV	44,4/43,7/36/33,9/25,6 mV
Spannungsregulation	Sehr gut	Sehr gut	Gut	Gut
FAZIT	⊕ Gute Effizienzwerte und sehr gute Spannungsregulation ⊖ Ripple auf den Nebenschienen zu hoch	⊕ Beste Spannungsregulation im Vergleichstest ⊕ Gute Unterdrückung der Restwelligkeit	⊕ Ausstattungswunder ⊕ Sehr leiser Betrieb ⊖ Kein OTP	⊕ Dank des 120-mm-Lüfters leise ⊕ Zwei separate PCI-Express-Kabel ⊖ Restwelligkeit auf der 5-Volt-Schiene
	Wertung: **1,85**	Wertung: **1,97**	Wertung: **1,99**	Wertung: **2,14**

* Auslastung ** +5V, +12V, -12V, +3,3V, +5Vsb

ist die Abwärme aber durch den hohen Wirkungsgrad kalkulierbar.

Unbedingt sollte auch die Frage der Verkabelung in die Kaufentscheidung einbezogen werden. Moderne Netzteile verfügen entweder über teil- oder vollmodulares Kabelmanagement: Dabei sind mit Ausnahme des standardmäßigen 24-Pol-Mainboard-Kabels alle Strippen abnehmbar, in letzterem Fall können sogar die für den PC-Betrieb eigentlich unverzichtbaren Kabel ausgetauscht werden – beide Varianten vereinfachen den Einbau und ermöglichen Perfektionisten den Einsatz optionaler, z. B. gesleevter Kabelsätze. Grundsätzlich sollten Sie reflektieren, welche Kabel im PC-Gehäuse an welchen Stellen verlegt werden sollen und wie viel Platz dafür nötig ist. Mithilfe der unten angegebenen Kabellängen stellen Sie außerdem sicher, dass an kritischen Stellen kein Engpass entsteht oder Verlängerungen zugekauft werden müssen.

Die Netzteil-Oberklasse: 700 bis 1.000 Watt

Netzteile ab 700 Watt aufwärts liefern mehr Leistung als ein Single-GPU-System im Alltagsgebrauch benötigt – umso interessanter sind sie für SLI- oder Crossfire-Konfigurationen, also Rechner mit mehr als einer Grafikkarte, sowie für Extrem-Übertakter. In letzter Zeit sind solche leistungsstarken Netzteile auch in den Fokus von Minern für Kryptowährungen geraten, da in einem Miningrechner normalerweise eine Vielzahl von Grafikkarten zum Einsatz kommt. Mit der höheren Ausgangsleistung geht tendenziell auch ein höherer Preis einher, insbesondere in den oberen Effizienzklassen. Wer sich zwei oder mehr Grafikkarten leisten kann, wird allerdings kaum am Netzteil sparen wollen. Darüber hinaus gilt der High-End-Bereich als Innovationsträger; Entwicklungen, die sich hier durchsetzen, können sich später auch in preiswerteren Segmenten etablieren.

Als Auswahlhilfen für den Kauf gelten grundsätzlich dieselben Kriterien wie in der mittleren Wattklasse, allerdings sind der Einsatz hochwertiger Bauteile sowie die Lautheit in dieser Kategorie besonders wichtig, schließlich muss bei einem voll ausgelasteten 1.000-Watt-Netzteil selbst bei hoher Effizienz noch ein beträchtliches Maß an Abwärme abgeführt werden. Die Elektronik muss anspruchsvolle symmetrische wie asymmetrische Lasten (Crossloads) schultern können; vor allem Letztere sind für High-End-Gaming-PCs typisch, bei denen die 12-Volt-Schienen durch Grafikkarten stark, die 5-Volt- und 3,3-Volt-Leitungen hingegen nur wenig belastet werden.

Darüber hinaus sollten Netzteile im oberen Bereich des Leistungsspektrums problemlos die Restwelligkeit unterdrücken können. Dieser sogenannte Ripple entsteht, wenn aus dem Wechselstrom aus der Steckdose Gleichstrom erzeugt wird. Bei der Gleichrichtung durch eine Diode bleibt ein Restanteil des ursprünglichen Wechselstroms zurück, der bei Mikroprozessoren zu Datenverlust führen kann. Um diese Gefahr möglichst zu minimieren beziehungsweise auf unbedenkliche Werte zu drücken, werden auf der Primärseite eines Netzteils – das ist die Seite, die den Wechselstrom aufnimmt – hochkapazitative Kondensatoren eingesetzt. Diese Baugruppen dienen dabei als Stromreservoir und „glätten" die Spannung. Man kann sich die Arbeit der Kondensatoren in etwa wie eine Buckelpiste vorstellen, die durch eine Planierraupe eben gemacht wird – nur das eben die hügelige Welle der Mischspannung planiert wird.

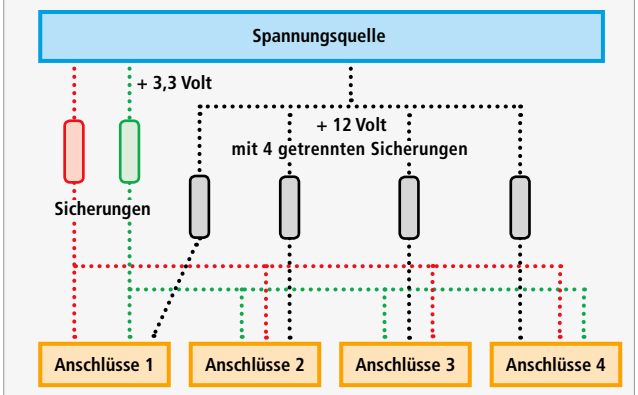
Erhebliche Vorteile in Sachen Effizienz bekommen moderne Netzteile durch die Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Technologie (Topologie), besser als DC-DC-Technik bekannt, bei der nur die 12-Volt-Spannung von einem Quelltransformator generiert wird. Durch weitere Spannungswandler können dann innerhalb des Netzteils alle anderen Nebenspannungen erzeugt werden, ohne dabei wie früher üblich den Strom anzuheben oder abzusenken. Dadurch vermeidet man es, alle Leitungen bei der Anpassung einer Spannung zu beeinflussen

In unserer Auswahl haben wir zwei Platin-Netzteile aus dem letzten PCGH-Vergleichstest sowie ein Gold-Exemplar herangezogen, die den Anfang im Hochwattbereich bilden. Das Corsair HX750 liefert als Single-Rail-Vertreter die volle Leistung an jedem Anschluss, kann aber per Schalter am Gehäuse in ein Multi-Rail-Netzteil transformiert werden. Dadurch werden die Schienen mit einem Überstrom-

Wie kann man sich Single- und Multi-Rail-Netzteile vorstellen?

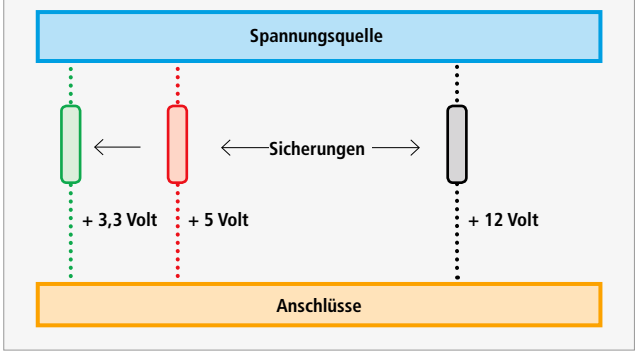
Unsere Schaltbilder zeigen Ihnen, wie die 12V-Leitungen in modernen Netzteilen implementiert sind und worin sich die Designs unterscheiden.

Multi-Rail-Netzteil



Moderne Multi-Rails nutzen eine einzelne +12-Volt-Spannungsquelle. Die Gesamtleistung wird über mehrere Sicherungen auf einzelne Stecker verteilt. Auf jeder der so gesicherten Leitungen wacht der Überstromschutz über die Belastbarkeit.

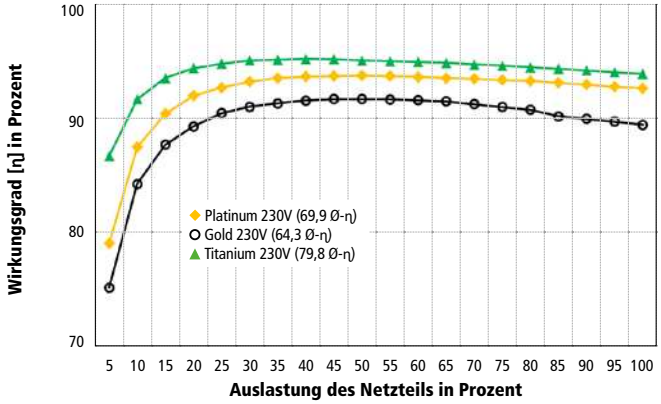
Single-Rail-Netzteil



Bei Single-Rail-Netzteilen wird auf die getrennte Absicherung einzelner +12-Volt-Schienen verzichtet. Einige Hersteller verzichten zudem komplett oder nur auf der +12-Volt-Schiene auf die Integration des Überstromschutzes.

Typische Effizienzkurven von Netzteilen

Wie effektiv sind Netzteile bei unterschiedlichen Lasten?



Bemerkungen: Je höher der Wert liegt, desto effizienter ist das Netzteil zum gegebenen Lastpunkt. High-End-Geräte zeigen auch im Niedriglastbereich die besten Werte – dank der hochwertigen Baugruppen. Zwischen 40 und 75 Prozent sind Netzteile meist am sparsamsten. Die 80-Plus-Effizienz würde bei 80 Prozent liegen.

schutz gesichert, sodass jeder Anschluss nur noch 40 Ampere liefern kann, was auf der 12-Volt-Leitung 480 Watt entspricht. Insbesondere in Crossload-Situationen beweist sich die strikte Spannungsregulation des Stromspenders. Außerdem lässt sich das Netzteil bis zu einer Last von 480 Watt semipassiv betreiben – ideal für Silent-Fetischisten.

Auch das Enermax D.F. Platimax zeigte im vergangenen Vergleichstest eine sehr gute Spannungsregulation und einen sehr guten Umgang mit Crossload-Szenarien. Genau wie bei der Konkurrenz kann dieses Netzteil bis zu einer Last von 260 Watt komplett geräuschlos betrieben werden. Unter Volllast steigt die Lautheit schließlich auf bis zu 0,9 Sone. Punkten kann der Spannungswandler aber auch mit einer hervorragenden Ausstattung, welche sogar hochwertig gesleevte Kabel umfasst, sowie Enermax' Safe-Cord-Bügel, der ein plötzliches Herausziehen des Steckers vermeiden soll.

Noch ein Kandidat mit einer Leistung von 750 Watt, diesmal aber aus der Goldschublade: Das Straight Power 11 von Be Quiet. Die neuste Iteration der Straight-Power-Serie hat gleich mehrere Updates bekommen, vollmodulares Kabelmanagment und neueste Gleichrichtungstopologie im Inneren eingeschlossen. Durch die herrvorragende Bestückung liefert das Netzteil eine sehr gute Spannungsregulation und Ripple-Unterdrückung ab. Außerdem weist der Multi-Rail-einen extrem guten Wirkungsgrad auf: Bereits bei 25 Prozent Last liegt die Effizienz bei 92 Prozent.

Konsequenterweise sind auch in der High-End-Auswahl alle Netzteile mit modularem Kabelmanagement realisiert; besonders wichtig ist hier aber die Anzahl der 6+2-Pol-PCI-E-Anschlüsse und -Kabel, damit Multi-Grafikkarten-Systeme umstandslos angeschlossen und versorgt werden können. Hier gibt sich ebenfalls keiner der Kandidaten eine Blöße. Auf eine sichere Multi-Rail-Aufteilung verzichtet lediglich der günstigste Vertreter im Feld, das EVGA Supernova G2 850. Das HX1000i punktet zusätzlich mit seiner Link-Software, deren Mehrwert jedoch überschaubar ausfällt. *(ab)*

Fazit

Durchweg hohes Niveau

Ob preisbewusster Nutzer oder Premiumansprüche – einen Fehlgriff machen Sie mit keinem der vorgestellten Geräte. Wenn Sie unseren Empfehlungen folgen und mindestens 90 Euro investieren, sind Sie auf der sicheren Seite.

NETZTEILE

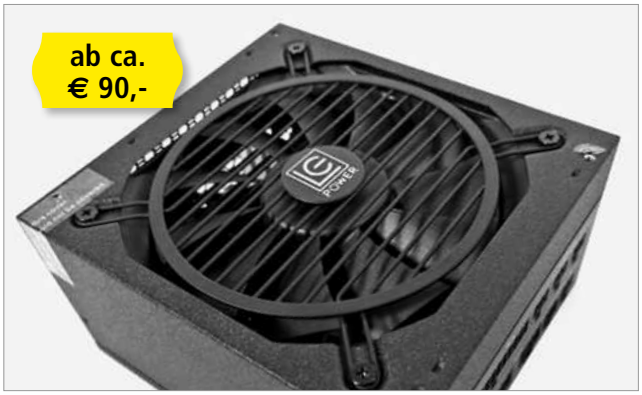
Auszug aus Testtabelle
mit über 63 Wertungskriterien

	750 Watt	750 Watt	750 Watt	1.000 Watt
Produkt	**Straight Power 11**	**HX 750**	**Platimax D.F. 750W**	**HX1000i**
Modellnummer	BN283	CP-9020138-EU	EPF750AWT	CP-9020033-EU
Hersteller	Be Quiet	Corsair	Enermax	Corsair
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	125,- Euro/befriedigend	130,- Euro/gut	170,- Euro/befriedigend	ca. 215 Euro/gut
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/Bequiet750Straight	www.pcgh.de/corsairhx750	www.pcgh.de/platimax750	www.pcgh.de/preis/1145509
Dauerleistung (Herstellerangabe)	750 Watt	750 Watt	750 Watt	1.000 Watt
Ausstattung (20 %)	**1,38**	**1,43**	**1,40**	**1,06**
Kabellänge SATA-/Molex-Stecker	55-100cm/ 85-100cm	45-80cm / 40-70cm	50-90 cm / 50-90 cm	50-80 cm/45-75 cm
Anschlüsse Floppy/PATA/SATA	1/4/11 Stück	1/4/16 Stück	1/4/12 Stück	(2)/12/12
EPS-12V- (ATX12V)/ATX-Stecker (Länge)	4+4 Pin (70cm), 20+4 Pin (60cm), 1 x 8-Pin (70cm)	2 x 4+4 Pin (60 cm), 20 + 4 Pin (55 cm)	2 x 4+4 Pin (70 cm)	2 × 4+4-Pin (65, 80 cm)/ 20+4-Pin (61 cm)
PCI-E-Anschlüsse/Kabel (Länge)	4 x 6+2 Pin (60cm)	4 x 6+2 Pin (65cm)/ zwei separate Kabel mit je zwei Anschlüssen	4 x 6+2 Pin (50-60 cm)/ zwei separate Kabel mit je zwei Anschlüssen	4 × 2 6+2-Pin (60, 74 cm)
Modulares Kabelsystem	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular	Ja, vollmodular
Lüfteranschlüsse	Nein	Nein	Nein	Nein
Kühlsystem (Lüftergröße, Art des Lagers)	Aktiv, 135-mm-Fluid-Dynamic-Bearing-Lüfter	Semi-Passiv,135-mm-Fluid-Dynamic-Bearing-Lüfter	140-mm-Twister-Lager-Lüfter	140 Millimeter/FDB-Lager
Handbuch/Garantie	Kurzanleitung / 5 Jahre	Kurzanleitung / 10 Jahre	Kurzanleitung / 5 Jahre	Kurzanleitung / 7 Jahre
Schutzschaltungen	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP, SCP	OVP, UVP, OCP, OPP; OTP; SCP	OVP, UVP, OCP, OPP, OTP; SCP	OVP, UVP, SCP, OCP, OPP, OTP
Zubehör/Sonstiges	Kaltgerätestecker, Schrauben, Kabelbinder (Plastik)	Kaltgerätestecker, Tasche, Schrauben, Sticker	Kaltgerätestecker, Tasche, Schrauben, Kabelführung, Abziehschutz, Sticker	Kaltgerätestecker, Tasche, Sticker, Kunststoff-kabelbinder, Corsair Link
Eigenschaften (20 %)	**1,50**	**1,28**	**1,63**	**1,38**
Kondensatoren primär	Rubycon, 420V, 330µF und 105°C	Nippon Chemicon 470µF, 400V, 105°C	Nichicon 330 µF, 400 V 105°C	2 × Rubycon 470 µF, 400 V, 105°C
Kondensatoren sekundär	Rubycon	Nippon Chemicon 3300µF, 16V, 105°C	Nichicon 2200 µF, 16 V, 105°C	Nippon-Chemicon 105°C, Polymer
Abmessungen L × B × H	160 x 150 x 86 mm	150 × 180 × 86 mm	150 × 165 × 86 mm	185 × 150 × 86 mm
Belastbarkeit +3,3 V und +5 V	150 Watt	150 Watt	100 Watt	150 Watt
Belastbarkeit +12-V-Schienen	750 Watt	750 Watt	744 Watt	1.000 Watt
Aufteilung +12-V-Schienen	Multi-Rail	Single- und Multi-Rail (Umschaltfunktion)	Single-Rail	Sinnvoll
Leistung (60 %)	**1,41**	**1,55**	**1,60**	**1,61**
Prüfung 80-Plus-Zertifizierung (115V/230V)	Bestanden	Bestanden	Bestanden	80 Plus Platinum bestanden
Effizienz 10/20/50/100 %(230 Volt)**	89/92/93/91	88/92/93/92/91	86/93/93/92	88/92/93/91
Effizienz bei 25/90/250/500 Watt	77/90/93/93	74/89/93/93	76/89/94/93	66/88/92/93/92
Lautstärke 10/20/50/80/100 %**	0,1/0,1/0,1/0,2/0,6 Sone	0/0/0/1/2,2 Sone	0/0/0,7/0,7/0,9 Sone	0,1/0,1/0,1/0,6/1,1 Sone
Leistungsaufnahme bei 45 mA ErP	0,38 Watt	0,36 Watt	0,34 Watt	0,17 Watt/ 51 %
Leistungsfaktorkorrektur (PFC) 10 bis 100 %**	0,87-0,99	0,80-0,99	0,55-0,99	87-99 %
Stützzeit PG(>16ms)/V(>17ms)	13,9 ms / 3,54 ms	17,6 ms / 11,4 ms	15,7 ms / 2 ms	nicht verfügbar
Restwelligkeit bei 100 % Last***	11,3/34,3/18,4/21,5/26,8 mV	16,1/12,2/18/16/20 mV	20,8/33,6/15,5/28,9 mV	Kleiner 40/60/120/40/50
Spannungsregulation	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
FAZIT	⊕ Sehr gute Spannungsregulation, fast Platinum-Niveau ⊖ Holdup-Time knapp verpasst	⊕ Wechsel zwischen Single- und Multi-Rail möglich ⊖ Etwas zu teuer	⊕ Sehr gute Spannungsregulation ⊕ Sehr gute Ausstattung ⊖ Holdup-Time nur ganz knapp erreicht	⊕ Sehr gute Messwerte, leise ⊕ Vollständige Schutzschaltungen ⊕ Hochwertige Technik
	Wertung: **1,42**	Wertung: **1,47**	Wertung: **1,55**	Wertung: **1,45**

* Auslastung ** +5V, +12V, -12V, +3,3V, +5Vsb

LC-Power Platinum LC550:
Underdog mit Bestwerten

Das für Einsteiger in den Platinsektor gedachte Netzteil von LC-Power kann durch hervorragende Effizienzwerte punkten, die dank der eingesetzten Baugruppen erzielt werden. Mit den gemessenen Werten kann das Netzteil die Konkurrenz abhängen. Im Lieferumfang ist nicht nur ein vollmodulares Kabelmanagment enthalten, sondern auch Entkopplungsgummis. Damit sollen störende Vibrationsgeräusche vermieden werden, die an mechanisch beanspruchten Bauteilen durchaus entstehen können. Wie nahezu alle Platinum-Netzteile zeigt auch das LC-Power 550W V2.31 einen sehr guten Umgang mit Crossload-Situationen, mit minimalen Abweichungen bei den Nebenspannungen. Der generelle Spannungsabfall fällt mit 0,6 und die Spannungsabweichung der 12-Volt-Leitung mit nur 1,1 Prozent marginal aus.



Be Quiet Straight Power 11:
Gold-Neuheit für 115 Euro

Das Straight Power 11 von Be Quiet ist eine erfolgreiche und gut umgesetzte Revision des Vorgängermodells. Durch den Einsatz modernster Topologien kann das Netzteil in allen wichtigen Belangen glänzen: exzellente Effizienzwerte, die schon in Richtung Platinum tendieren, eine sehr gute Spannungsregulation und eine tolle Ripple-Unterdrückung sprechen für das Produkt. Dank Multi-Rails und allen erdenklichen Schutzschaltungen (OPP, OCP, UVP, SCP, OVP) können die 750 Watt Gesamtleistung zudem sicher und bedenkenlos eingesetzt werden. Erstaunlicherweise ist die Effizienz sogar so gut, dass ab 25 Prozent Last bereits ein Wirkungsgrad von 0,92 vorliegt. Mit knapp 115 Euro Straßenpreis ist das Netzteil im oberen Segment der Gold-Zertifizierung angesiedelt, kann aber mit einer konsequent sehr guten Leistung überzeugen.

Focus+ Platinum 550 Watt:
Der Platin-Preis-Leistungs-Tipp

Seasonic baut in das Einsteigernetzteil alle gängigen Schutzschaltungen ein und der Spannungswandler erreicht eine Stützzeit von 18,6 ms. Bei der Restwelligkeit zeigt das Focus+ sehr gute Ergebnisse und unterschreitet auf allen Voltleitungen den Grenzwert bei Weitem. Die für Prozessor und GPU wichtige 12-Volt-Schiene zeigt beispielsweise einen Ripple von nur 30,2 mV (120 mV sind legitim). Der Spannungsregulation erhielt besondere Aufmerksamkeit, sodass der Spannungsabfall im Schnitt 0,7 Prozent beträgt. Die 12-Volt-Leitung zeigt sogar nur einen marginalen Drop von 0,1 Prozent. Ab circa 300 Watt wird in den aktiven Kühlmodus gewechselt und dabei eine Lautheit von 0,3 Sone erzeugt – unter Volllast ist das Gerät jedoch klar hörbar. Das Focus+ ist somit eine gute Platinum-Lösung für Einsteiger, die kleine Abstriche wegen der Lautheit machen können.

Corsair SF600:
Hochleistung im Zwergformat

In dem recht eng dimensionierten SFX-Netzteil kommt nicht wie bei anderen Produzenten ein 80-mm-Lüfter zum Einsatz, sondern ein 92 mm breiter Rifle-Bearing-Rotor – bei 100 mm Gesamtbreite. Die Krux vieler SFX-Netzteile liegt nämlich oft in den zu klein dimensionierten Lüftern, die für den notwendigen Luftdurchsatz mit höheren Drehzahlen laufen müssen. Im unteren Lastbereich wird das Netzteil zudem durch eine semipassive Lüftersteuerung bei circa 15 Prozent Last aktiv gekühlt. Zum Einsatz kommen neben der DC-DC-Topologie auch LCC-Resonanzwandler, die für hohe Effizienzwerte sorgen und eine unabhängige und strikte Spannungsregulation erlauben, sodass Spannungsabweichung und -abfall nicht nur im Rahmen der Grenzwerte liegen, sondern weit darunter.

PC-Behausungen

Big, Midi oder Zwerg – was darf's denn sein? Wer seiner Hardware ein neues Heim spendieren will, muss sich nicht nur über die Größe des Gehäuses Gedanken machen. Auch Faktoren wie Kühlung, Lautheit der mitgelieferten Lüfter und nicht zuletzt die Optik beeinflussen die Kaufentscheidung.

Innenraum und Platinenformat

Die Optik und die Größe respektive das Aussehen sowie das Format spielen bei der Wahl eines neuen Gehäuses die wichtigste Rolle. Während der Look eindeutig ein subjektives Kaufkriterium ist, wird die Entscheidung für ein bestimmtes Format durch die Fragen beeinflusst, welche Hauptplatine und welche weiteren Komponenten eingebaut werden und wie viel Raum für den Rechenknecht überhaupt zur Verfügung steht – egal ob er eher unauffällig unter dem Schreibtisch steht oder prominent an einer anderen Stelle präsentiert werden soll.

Groß, etwas kleiner oder doch lieber ein Mini?

Wenn Sie Ihrer Hardware eine Behausung im Großformat spendieren (Midi/Big Tower oder Hybrid), dann haben Sie zuerst einmal viel Platz. Egal ob Sie als Wakü-Fan mehrere Wärmetauscher im 3×120-/3×140-Format oder als Spieler ein Zwei- oder gar Drei-Wege-SLI/Crossfire-System unterbringen wollen. Je nachdem, wie viele groß dimensionierte PC-Komponenten oder Radiatoren Sie einbauen wollen, kann bereits ein geräumiges, vom Hersteller als Midi Tower klassifiziertes Modell wie Be Quiets Dark Base 700 (68 Liter Innenraumvolumen) reichen. Gerade bei der neuesten Gehäusegeneration verschwimmen die Grenzen nicht nur bei der Ausstattung und der Zahl der Montageplätze für die Laufwerke, sondern auch bei der für die Kühlung entscheidende Lüfterbestückung (vorhandene Lüfter/Lüfterplätze) immer mehr. Selbst hohe/lange Wakü-Radiatoren lassen sich dank des großzügigen Platzangebots bequem in die großräumigen Midi-Modelle einbauen. Dazu kommt, dass Laufwerkskäfige auch hier nicht mehr um- oder ausgebaut werden müssen, um Platz für sperrige Komponenten zu schaffen.

Temperaturentwicklung in Relation zur Größe

Ein wichtiger Aspekt beim Gehäusekauf ist die Temperaturentwicklung. In großformatigen Gehäusen werden zentrale Komponenten wie CPU, Grafikkarte oder Spannungswandler besser gekühlt als beispielsweise in einem mit Hardware vollgestopften Micro-ATX- oder gar Mini-ITX-Gehäuse. Beim Midi- oder Big-Tower dagegen spielt der Formfaktor respektive das Innenraumvolumen für die Synthese aus einer guten Komponentenkühlung und einer geringen Lüfterlautheit oft eine untergeordnete Rolle. Das zeigen unsere Vergleichstests, bei der wir seit der Ausgabe 02/2017 die Testkandidaten unabhängig von der Herstellerangabe bezüglich des Formats auswählen und bei denen ein Testverfahren für alle Gehäuseklassen zum Einsatz kommt.

Im Wesentlichen unterscheiden sich Gehäuse der Volumenklasse von rund 120 bis 50 Liter in dem vorhandenen Platz für Komponenten, der Möglichkeit, Radiatoren montieren zu können sowie dem Einbaukomfort der Hardware. Unterschiede bei der Wärmeentwicklung im Inneren ergeben sich meist aufgrund der verschiedenen Lüfterbestückungen sowie -anordnung, des Einsatzes einer Wasserkühlung, eines offenen Deckels oder Features wie einer Dämmung.

Großer Innenraum, viel Platz für die Hardware

Bei den Kaufkriterien Kühlung und Platzangebot für Komponenten sowie deren bequemen Einbau hat ein mit einem Micro-ATX- oder gar Mini-ITX-Mainboard bestücktes Minigehäuse mit einem Innenraumvolumen von lediglich 20 bis 30 Litern natürlich das Nachsehen. Auch die Zahl der Komponenten, die in einen Gehäusezwerg eingebaut werden können, ist deutlich eingeschränkt. Zumal es bei den besonders kleinen Modellen auch noch Beschränkungen bei der Länge des Netzteils und der Grafikkarte sowie der Höhe des CPU-(Turm-)Kühlers gibt (siehe Abschnitt: „Grafikkartenlängen“).

Vor allem PC-Spieler, die sich einen potenten Rechner als Konsolenersatz zusammenbasteln, benötigen jedoch oft nur Platz für zwei Festplatten/SSDs, ein optionales optisches Laufwerk sowie eine Grafikkarte. Für diese Konfiguration reichen eine Micro-ATX/Mini-ITX-Platine sowie ein entsprechend kleines Gehäuse. Solche kleinen Boards und Gehäuse sind in der Regel ein paar Euro günstiger als größere Modelle. Ausnahmen sind Designerstücke wie das In Win 901, Corsair Carbide Air oder Enermax Steelwing Dynamic Red. Dazu kommt, dass auch die kleinen Gehäuse durchaus eine ordentliche und unbedenkliche Komponentenkühlung garantieren können. Das setzt jedoch eine durchdachte Lüfterbestückung sowie ein Zweiklammersystem wie beispielswesie beim Fractal Design Define C Mini, voraus.

Boardformat als Richtgröße

Eines der zentralen Bauteile eines jeden Rechners ist die Hauptplatine, die auch als Steuereinheit für die Hardware fungiert. So wird die Platinengröße neben den Kühlmöglichkeiten, dem Einbaukomfort sowie der restlichen Hardware, die im neuen Tower untergebracht werden soll, zu einem der wichtigsten Faktoren bei der Wahl der richtigen Hardware-Behausung. Nur wenn das Board ohne Einschränkungen auf die meistens schon vormontierten Schraubenhalterungen passt, hat man die richtige Wahl getroffen. Dabei ist es hilfreich, dass viele Hersteller auf der Vorderseite der Mainboardhalterung die Schraubenlöcher mit den Hauptplatinenformaten kennzeichnen.

Ein Gehäuse, alle Formate

Während bei Micro-ATX-Gehäusen die Wahl der passenden Platine auf

Die vier Gehäuseformate im Größenvergleich

Der größte Unterschied zwischen den als Standardformat festgelegten Gehäusegrößen wird beim Innenraumvolumen (Angabe in Liter) deutlich. Während das Fractal Design Arc XL ganz links ein Volumen von 73 Litern (572 × 232 × 552 mm) bietet, kommt der kleinste Vertreter, das Fractal Design Define S Nano, gerade auf 28 Liter (344 × 203 × 412 mm).

die beiden kleinsten Formate beschränkt ist, hat man als Käufer eines Midi/Big Towers fast immer die Möglichkeit, hier Mainboards aller Größen einzubauen. Trotzdem gibt es Ausnahmen und Exoten, bei denen es zumindest in einem als Midi Tower klassifizierten Gehäuse noch eng werden kann. Eine XL-ATX-Platine wie das Gigabyte X79-UD7 (Sockel 2011) ist einer dieser Sonderfälle. Einerseits fällt die Platine breiter aus als das Standard-ATX-Modell, andererseits ist das Board so hoch, dass es mit dem in der Regel am Boden des Gehäuses positionierten Netzteil kollidiert. Wer also eine Luxusplatine besitzt, sollte zum Big Tower greifen. Ein weiterer, seltener Sonderfall sind E-ATX-Boards. Die sind oft sehr breit sowie mit zwei CPU-Sockeln bestückt und bedecken, in einem Midi Tower eingebaut, die Kabeldurchlässe, stoßen an nicht demontierbare Laufwerkskäfige oder gar an die Frontlüfter.

Innenraumgestaltung

Geht es um die Kühlung von Komponenten sowie viel Platz und Komfort beim Hardware-Einbau, spielt das Innenraumdesign eines Gehäues eine wichtige Rolle. Bei der klassischen Aufteilung wird die Platine mit dem I/O-Anschlüssen nach oben und den Steckplätzen nach unten in den Midi Tower eingebaut. Das Netzteil platziert man links unten am Gehäuseboden, die Laufwerkskäfige, welche im Idealfall teilweise oder komplett ausgebaut werden können, befinden sich im Frontbereich vor den Lüftern. Letztgenannte kühlen mit ihrer seitlich/frontal eingesaugten Frischluft zusätzlich den Massenspeicher. Dazu kommt ein Hecklüfter, der die vom CPU-Kühler aufgewärmte Luft aus dem Gehäuse befördert.

Eine Kammer fürs Netzteil

Beim ersten alternativen Innenraumlayout bekommt das Netzteil eine Abdeckung/Kammer spendiert, damit die vom Stromwandler abgestrahlte Hitze die Luft im restlichen Gehäuse nicht aufwärmt. Unter anderem das Fractal Design Define R6 und Be quiet Dark Base 700 verfügen über so eine Innenraumgestaltung. Beim Define R6 befinden sich die Laufwerksplätze in einer komplett entfernbaren Halterung im Innenraum und es stehen zwei 2,5-Zoll-Befestigungen auf der Rückseite des Mainboard-Trays bereit. Diese 2,5-Zoll-Laufwerkshalterungen existieren auch beim Be quiet Dark Base 700, zwei weitere 3,5-/2,-Zoll-Kombi-Halterung sind in der Netzteilkammer des Dark Base 700 zu finden. Ein besonders gut für den Wakü-Einsatz und die Montage mehrerer großer Radiatoren konzipierten Gehäuse ist das Fractal Design Define S. Der Innenraum des Midi-Towers bleibt laufwerksfrei, alle Datenspeicher werden an Halterungen auf der Rückseite des Mainboard-Trays befestigt. So entsteht Platz für hohe Wärmetauscher oder für die Befestigung weiterer Wakü-Elemente wie Ausgleichsbehälter.

Effiziente Kammersysteme

Besteht der Innenraum aus einem Zwei- oder Dreikammersystem, hat das thermische Gründe. Ein aufgeräumter Innenraum wirkt sich aber auch positiv auf den Einbau von Komponenten und die Kabelverlegung aus. Beim Thermaltake Core X9 beispielsweise soll die durch das Netzteil sowie die Laufwerke aufgewärmte Luft nicht nach oben steigen sondern durch die Bereiche mit Wabengitterstruktur entweichen. Im Gegenzug ist der horizontale Einbau des Boards gewollt, damit die nach oben abziehende verbrauchte Luft durch den Deckel und das Seitenteil entweichen kann und vom Hecklüfter aus dem Big Tower geblasen wird. Auch Fractal Designs Node 202, ein sehr kompaktes Gehäuse im Konsolenstil, verfügt über ein Dreikammersystem. Auch hier versucht man, die durch das Netzteil, die GPU und den CPU-Lüfter geschaffenen „Klimazonen“ abzugrenzen.

Die Platine steht kopf

Das Konzept, die Platine wie beim CM Cosmos 700P um 90/180 Grad zu drehen, respektive wie im Dark Base 700 verkehrt herum einzubauen, nutzt ebenfalls den Konvektionseffekt. Selbst wenn keine Netzteilkammer vorhanden ist, entweicht die durch den Stromspender aufgewärmte Luft direkt durch den Deckel. Im Gegenzug wird die heiße Luft in der Hauptkammer durch die Frontlüfter sowie den am Boden platzierten Hecklüfter gekühlt.

Einblick ins (bunte) Innere

Ein weiterer Trend, der sich im vergangenen Jahr 2017 herauskristallisiert hat, ist der, dass immer mehr Midi-/Big-Tower und mittlerweile auch Gehäuse-Minis mithilfe von Glaselementen (Seitenteile/Front) sowie einer auffälligen Beleuchtung optisch viel hermachen und zu Hinguckern und Designerstücken mutieren. Mittlerweile ist die RGB-Beleuchtung in der Gehäusesparte angekommen, einige Hersteller wie Bitfenix oder Be Quiet liefern sogar als LED-Stripes bezeichnete Leuchtstreifen mit. Sollte das Gehäuse allerdings bei Ihnen unter dem Schreibtisch verschwinden, können Sie auf all diesen visuellen Schnickschnack beim Kauf verzichten, was sich auf jeden Fall auf die Anschaffungskosten auswirkt.

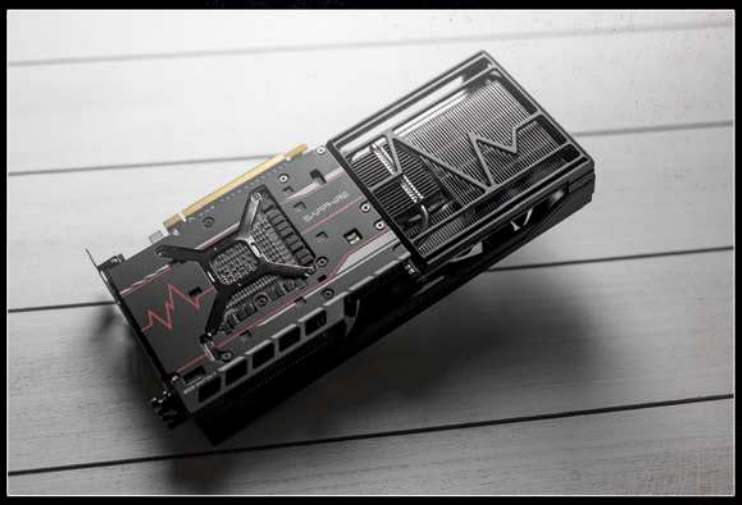
Be Quiet Dark Base 700: Gute Ausstattung trifft auf sehr gute Kühleigenschaften.

Beim ersten Blick in den laufwerksfreien Innenraum wird sofort klar, dass Be Quiet auch beim Dark Base 700 viel Wert auf Flexibilität legt. Wie beim Dark Base Pro 900 können Sie beim etwas kleineren Dark Base 700 (68 statt 81,7 Liter) das Mainboard um 180 Grad gedreht einbauen. Be Quiets einzeln entfernbare Laufwerksbefestigungen (1 × 3,5 Zoll/2 × 2,5 Zoll) gehören ebenfalls zur Ausstattung des Dark Base 700. Befindet sich kein 280/240-Millimeter-Radiator an der Front, ist im Innenraum ausreichend Platz für fünf dieser Kombi-Halterungen (siehe mittleres Bild). Zwei weitere lassen sich im vorderen Teil der mit einer abnehmbaren Plastikverkleidung versehenen Netzteilkammer einbauen (Bild rechts). Dazu kommen drei Montageplätze für 2,5-Zoll-Laufwerke auf der Rückseite der Hauptplatinenhalterung. Zur weiteren Ausstattung des Dark Base 700 gehören eine Lüftersteuerung (vierstufig/PWM), ein Frontstaubschutz mit Druckmechanismus, Lüftungsschlitze am hinteren Teil des Deckels und ein Kabelführungssystem mit Klettverschluss sowie ein Staubschutz am Boden mit Zugmechanismus

Die Kühlleistung des RGB-beleuchteten Dark Base 700 fällt mit 58 °C (CPU), 70 °C (GPU) und 38 °C (Innenraum) sehr gut aus. Der Prozessor wird in dem Midi-Tower sogar etwas besser gekühlt als im freien Aufbau (60 °C). Hier leistet der an der Front montierte Silent-Wings 3-Lüfter sehr gute Arbeit, ist dabei aber mit 1,7/1,7 Sone Lautheit klar wahrnehmbar.

SAPPHIRE pulse

RADEON RX VEGA



SAPPHIRE Pulse RX Vega56

Die neue SAPPHIRE Pulse RX Vega56 ist das schlagende Herz Deines Gaming-PCs. Sie ist werkseitig übertaktet und liefert beste Performance selbst mit ultrahohen Details. Die Radeon™ Vega56 GPU läuft mit bis zu 1512MHz. Außerdem ist sie mit 8GB des neuesten High Bandwidth Speichers ausgestattet, welcher für niedrigeren Stromverbrauch und höhere Leistung sorgt.

Herausragend ist vor allem die Kühlung der SAPPHIRE Pulse RX Vega56: Der Kühler besteht aus einer soliden Kupfer-Heatsink und 4 Heatpipes mit jeweils 8mm Durchmesser. Für den schnellen Wärmeabtransport sorgen 2 doppelt kugelgelagerte 95mm Lüfter. Durch das kurze PCB und die Tatsache, dass der hintere Teil des Kühlers über das PCB hinausragt, bleibt die GPU, der Speicher und die Spannungswandler auch unter Last kühl und die Karte somit angenehm leise. Dank Intelligent Fan Control III agiert die Karte unter Windows sogar komplett lautlos, da die Lüfter sich nicht drehen.

Die Karte unterstützt die neuesten AMD-Technologien, wie AMD FreeSync 2, AMD Eyefinity, LiquidVR, AMD CrossFire und Frame Rate Target Control. Sie unterstützt bis zu 4 Monitore über 3x DisplayPort 1.4A und 1x HDMI 2.0B und eine maximale Auflösung von 5120x2880 über DisplayPort bzw. 4096x2160 über HDMI.
Und natürlich werden alle gängigen APIs (DirectX 12, OpenGL 4.5, Vulcan und OpenCL) unterstützt.

Mehr Informationen unter:
http://pulse.sapphiretech.com

SAPPHIRE

WWW.SAPPHIRETECH.COM

Grafikkartenlänge und Kühlerhöhe

Grafikkartenlängen: Beispiele

Modell	Länge	Gehäusekompatibilität
MSI GTX 1080 Ti Lightning Z	31,9 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Zotac GTX 1070/1080 AMP! Extreme	31,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Sapphire RX Vega 64 Nitro+ (Ltd. Ed.)	31,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Zotac GTX 980 Ti AMP! Extreme	31,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus GTX 980 Ti Strix DC3OC	30,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Powercolor RX Vega 64/56 Red Devil	30,3 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus GTX 1060 Strix O6G	30,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus RX Vega 64/56 Strix O8G	30,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus GTX 1070/1080 Strix OC	29,9 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
XFX RX 480 GTR (Black Edition)	28,4 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
MSI GTX 1070/1080 (Ti) Gaming X 8G	27,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
MSI GTX 1060 Gaming X 6G	27,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
AMD RX Vega 64/56 (Air)	26,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
EVGA GTX 1070 SC Gaming	26,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Nvidia Titan V/X(p)	26,7 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Nvidia GTX 1060 Founders Edition	25,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Palit GTX 960 (Super) Jetstream	24,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX*/Mini ITX**
Asus RX 470 Strix OC	24,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
EVGA GTX 970 FTW	24,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Sapphire RX 480 Nitro+ (OC)	24,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Zotac GTX 1060 AMP!	21,1 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Zotac GTX 960 AMP!	20,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
AMD Radeon R9 Fury X	19,5 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX**
Asus RX 460 Strix O4G	19,4 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
EVGA GTX 1060 (SC) Gaming	18,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
Gigabyte GTX 1070 ITX Mini OC	17,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
Asus GTX 970 Mini OC	17,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
MSI GTX 950 2GD5 OC	17,0 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
AMD Radeon R9 Nano	15,3 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX
EVGA GTX 1050 Superclocked	15,2 cm	Big/Midi Tower, Micro ATX/Mini ITX

Bemerkungen: PCGH-Messungen (exklusive Slotblech), absteigend nach Länge sortiert
* Nur ausgewählte Micro-ATX-Gehäuse: Fractal Design Node 804, Antec ISK 600M, Raidmax Hyperion, Bitfenix Aegis Core/Pandora
** Nur ausgewählte Mini-ITX-Gehäuse: Zalman M1, Phanteks Enthoo Evolv ITX, Jonsbo VR1, Cougar QBX, Sharkoon QB One

Bei der Wahl eines neuen Hardwareheims muss man sich nicht nur Gedanken über die Gehäuse- und Platinengröße machen. Ein wichtiger Faktor ist auch das Ausmaß zentraler Komponenten wie der Grafikkarte oder des Prozessorkühlers. Gerade in Spielerechnern mit leistungsstarker Hardware kommt man nicht um einen massiven Turmkühler für den Prozessor und eine Grafikkarte mit aufwendigen Kühlkonstruktionen sowie mehreren Lüftern herum. Wer sich für einen Big Tower entscheidet, wird hier wohl keine Probleme bekommen. Wir zeigen, worauf Sie achten müssen, wenn Sie Ihre Hardware in einem Midi-/Micro-/Minigehäuse unterbringen wollen.

Welcher Kühler passt in welches Gehäuse?

Über die Hälfte der von uns getesteten Micro-ATX-Gehäuse nimmt Turmkühler mit einer Höhe bis 150 mm auf, bei den folgenden Sonderfällen darf der Turmkühler sogar noch deutlich höher ausfallen: Fractal Design Node 804 bis 160 mm, Anides AI7M bis 168 mm, Raidmax Hyperion bis 165 mm, Bitfenix Aegis Core bis 170 mm, Antec ISK 600M bis 174 mm und Cooltek C3 bis 175 mm. Im Gegenzug gibt es Micro-ATX-Gehäuse wie das Bitfenix Pandora oder das Corsair Carbide Air 250 und Jonsbo VR2 bei denen die Maximalhöhe für den CPU-Kühler bei 145 mm respektive 120 mm liegt.

Turmkühler in Mini-ITX

Obwohl Mini-ITX-Gehäuse über wenig Platz verfügen, ist es erstaunlich, dass es eine Reihe von Modellen gibt, die höhere Kühler aufnehmen als den Boxed-Kühler oder eine Top-Blower-Variante wie den Be quiet Shadow Rock LP oder den Cryorig C1. Allein bei der Micro-ATX/Mini-ITX-Gehäuse-Vergleichstest der Ausgabe 05/2017 finden Sie mit dem LC Power Gaming Big Block (175 mm), Fractal Design Define Mini C (170 mm) zwei Modelle, in denen die Höhe des Prozessorkühlers die 160-mm-Grenze deutlich überschreiten darf. Zwei weitere Sonderfälle sind das Phanteks Enthoo Evolv ITX mit 190 mm und das Chieftec Gaming Cube CI-01B-OP (150 mm).

Kleines Gehäuse, kleine Grafikkarte?

Wie in der Tabelle rechts zu sehen ist, gibt es auch keine GPU-Standardlängen für die einzelnen Gehäuseklassen. In einen Big Tower passen natürlich alle Modelle, unter anderem 31 cm lange Boliden im Zweier- oder gar Dreierverbund (SLI). Im Midi Tower muss dafür eventuell ein Laufwerkskäfig entfernt werden. Der Großteil der von uns getesteten Micro-ATX-Gehäuse hat Platz für Grafikarten mit 24 cm Länge. Obwohl die GPU-Hersteller mittlerweile speziell für Gehäusezwerge konzipierte Modelle anbieten, haben wir sechs Mini-ITX-Gehäuse gefunden, in die auch eine über 30 cm lange Grafikkarte passt.

Das BC1 von Streacom ist kein klassisches Gehäuse, sondern ein Benchtable. Sie können die offene Hardwarehalterung nicht nur für Tests sondern auch als Show Case nutzen.

Gute und leise Kühlung

Will man optimal niedrige Temperaturen im Gehäuse erzielen, ist es natürlich einfach, es mit vielen schnellen Lüftern und großzügigen Luftlöchern auszustatten. Im Gegenzug kann ein komplett geschlossenes Gehäuse mit leisen oder gar keinen Lüftern für gefährlich hohe Temperaturen sorgen. Daher kommt es beim Gehäusekauf darauf an, den richtigen Kompromiss aus Lautheit und Temperatur zu finden, wobei der für Sie ideale Mittelweg natürlich auch von Ihrer persönlichen Lärmtoleranz abhängt. Dabei eignen sich manche Gehäuse bauartbedingt besser für niedrige Temperaturen bei angenehmer Lautheit als andere. So dämmen zum Beispiel dicke, hochwertige Seitenwände den Lüfterlärm besser als dünne und Seitenteile aus bis zu 5 mm dickem (Hart)Glas senken die Geräuschkulisse deutlich besser als Plexiglasfenster. Des Weiteren lassen Ausstattungsextras wie Dämmmatten wenig Geräusche aus dem Innenraum nach draußen dringen. Im Gegenzug können große Lüftungslöcher, Elemente mit Wabengitter oder Luftschlitze die Silent-Tauglichkeit beeinträchtigen, da durch diese optischen Extras die Dämmung leidet.

Lüftergrundbestückung oft schon ausreichend

Von großen Lüftungslöchern oder -schlitzen abgesehen, ist die Anzahl und Art der serienmäßig im Gehäuse eingebauten Lüfter hauptverantwortlich für eine gute Kühlung. Damit die gewährleistet ist, sollten mindestens ein, besser zwei Propeller an der Front die Frischluft ins Innere befördern und mindestens ein Heckpropeller die verbrauchte Luft wieder herausblasen. Wenn ein Top-Blow-CPU-Kühler zum Einsatz kommt oder der Hecklüfter mit dem Abführen warmer Luft überfordert ist, sind Lüfter am Boden oder in den Seitenteilen sowie Deckelkonstruktionen hilfreich. Erhöht man die Zahl der Propeller, steigt jedoch die Geräuschkulisse. In unseren Gehäusetests prüfen wir stets, wie laut die enthaltenen Lüfter unter maximaler Spannung (12 V) sind – im Gegensatz zu früheren Tests, bei denen wir Messungen mit auf 5/7 Volt reduzierter Spannung durchgeführten oder die Lüftersteuerung verwendeten. Dabei verzeichneten wir meist eine Lautheitsreduktion bis zu einem Sone sowie eine messbar höhere Temperatur im Gehäuseinneren.

Corsair 570X: Verglastes Designerstück mit guter Kühlung

Corsairs an beiden Seiten sowie der Front und dem Deckel mit Glasplatten verziertes Crystal 570X macht nicht nur optisch auf sich aufmerksam. Das mit drei 120-Millimeter-Frontlüftern ausgelieferte, mittelgroße Designergehäuse punktet auch mit seinen inneren Werten. Zur guten Ausstattung gehören ein Controller für die RGB-Beleuchtung der Lüfter, ein magnetischer Staubschutz am Deckel und der Front, ein Staubschutz am Boden mit Schiebemechanismus sowie ein Hecklüfter, der für den Einbau eines 280-mm-Radiators in den Deckel verschoben werden kann. Die vier werkzeuglosen Laufwerkshalterungen (2 × 3,5/2,5 Zoll/2 × 2,5 Zoll) sind auf der Rückseite der Mainboardhalterung rund um die Aussparung für den Sockel positioniert. Die vom Netzteil aufsteigende Wärme wird durch die Wabengitterabdeckung jedoch nicht vollständig vom 57,5 Liter umfassenden Innenraum abgehalten.

Trotz des halboffenen Designs, bei dem warme Luft über den Deckel und das nicht mit einem Lüfter bestückte Heck entweichen kann, fällt die Komponentenkühlung mit 59 °C (CPU), 73 °C (GPU) und 36 °C im Innenraum insgesamt gut bis sehr gut aus. Allerdings dringt eine Geräuschkulisse von hörbaren 2,2/2,2 Sone durch die Frontverglasung, da hier gleich drei Propeller Frischluft ins Innere des Crystal 570X befördern.

LC-Power Gaming 993B Covertaker: Viel Glas und RGB-Licht

Sie suchen ein bezahlbares, optisch auffälliges Gehäuse mit vielen Extras? LC Power hat mit dem Gaming 993B Covertaker ein passendes Heim für Ihre Hardware auf Lager. Die sogar per mitgelieferter Fernbedienung steuerbare RGB-Beleuchtung ist nämlich das zentrale Ausstattungselement des im Innenraum (Volumen: 53,7 Liter) schwarz lackierten Gaming 933B Covertaker. Vier 120-mm-Lüfter mit bunter Beleuchtung (Front: drei/Heck: einer) gehören zum Lieferumfang. Bis zu sieben Propeller (Deckel: 2 × 140/120 mm; Innenraum: 1 × 120 mm) lassen sich an der Platine auf der Rückseite der Mainboardhalterung anbringen, welche die Steuerung der Lüfterdrehzahl und der RGB-Lichttricks übernimmt. Damit sie auch gut sichtbar sind, spendiert LC Power dem mit einer Netzteilkammer und einem offenen Deckel bestückten Gaming 993B ein Seitenteil sowie ein Frontpanel aus Hartglas. Während ein Käfig für zwei 3,5/2,5-Zoll-Laufwerke in der Netzteilabedeckung untergebracht ist, bietet der mit großzügigen Aussparungen für das Kabelmanagement versehene Mainboard-Tray weitere Befestigungsmöglichkeiten für zwei 3,5-Zoll-HDDs oder eine SSD. Ein Staubfilter am Boden sowie zwei USB-3.0- und Audio-Anschlüsse runden das Ausstattungspaket ab.

GEHÄUSE: MIDI- UND BIG-TOWER

Auszug aus Testtabelle
mit 39 Wertungskriterien

Gehäuse	Define R6 (Tempered Glass Edition)	Mastercase Maker 5	Dark Base 700
Hersteller (Website)	Fractal Design (www.fractal-design.com)	Cooler Master (www.coolermaster.com)	Be Quiet (www.bequiet.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1746669	www.pcgh.de/preis/1415977	www.pcgh.de/preis/1721170
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 135,-/gut (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)	Ca. € 150,-/noch gut (Seitenteil mit Fenster, keine Dämmung)	Ca. € 155,-/voll befriedigend (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)
Version ohne Fenster/ohne Dämmung	Ca. € 115/nicht vorhanden/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/nicht vorhanden/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/nicht vorhanden/nicht vorhanden
Ausstattung (20 %)	**1,64**	**2,23**	**1,90**
Plätze für Laufwerke	6 × 3,5/2,5 Zoll, 2 × 2,5 Zoll, 1 × 5,25 Zoll	Deckel: 2 × 140 mm, Front: 2 × 140 mm, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite:-, Boden:-	7 × 3,5 Zoll, 9 × 2,5 Zoll
Erweiterungsslots (Blende)	Sieben + zwei (GPU-Riser)	Sieben	Sieben + zwei (GPU-Riser)
Handbuch	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich
Lüfterplätze	Deckel (offenes Layout): 3 × 140/120 mm , Front: 3 × 120 oder 2 × 140 mm, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite: -, Boden: 2 × 140/120 mm	Deckel: 3 × 140/120 mm, Front: 2 × 140/3 × 120, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite:-, Boden: 2 × 120	Deckel: 3 × 140/120 mm, Front: 2 × 140/120 mm, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite: -, Boden: 1 × 140/120 mm, Netzteilkammer: 1 × 140/120 mm
Vorhandene Lüfter	2 × 140 mm (Front), 1 × 140 mm (Heck)	3 × 140 mm (1 × Heck/2 × Front)	2 × 140 mm (Front/Heck)
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, Audio	USB 3.0 (Typ C), USB 3.0 (Typ A), 2 × USB 2.0, Audio	2 × USB 3.0, 1 × USB 3.1 (Typ C), Audio
Besonderheiten	Dämmung enthalten, ein Seitenteil aus Glas, gedämmte Fronttür beidseitig montierbar, Modi-Vent-Belüftungstechnik (Deckel entfernbar), Hecklüfter für Radiator verschiebbar, SSD-Montage auf Rückseite der Mainboardhalterung, Frontstaubschutz mit Druckmechanismus, Netzteilkammer mit Montageplatz für zwei 2,5-Zoll-Halterungen, Lüftersteuerungsplatine, Staubschutz an Front und Boden, Kabelführungssystem mit Klettverschluss	Seitenteil mit Sichtfenster (Kunststoff), Fronttür, LED-Beleuchtung (Leuchtstreifen), Staubschutz Front mit Druckmechanismus, SSD-Halterungen auf der Netzteilkammer, werkzeuglose Laufwerksbefestigung, magnetischer Deckel mit Staubschutz, Netzteilkammer, Lüftersteuerung, Staubschutz am Boden, Kabelführungssystem mit Klettverschlüssen	Dämmung enthalten, ein Seitenteil aus Glas, RGB-Beleuctung (Front), spezielle Halterung für zwei SSDs in der Aussparung der Mainboardhalterung, SSD-Montage auf Rückseite der Mainboardhalterung, Frontstaubschutz mit Druckmechanismus, Lüftungsschlitze am hinteren Teil des Deckel, Netzteilkammer mit entfernbarer Abdeckung, Lüftersteuerungsplatine, Staubschutz am Boden mit Zugmechanismus, Kabelführungssystem mit Klettverschluss
Eigenschaften (20 %)	**1,33**	**1,51**	**1,33**
Material (nicht gewertet)	Stahl, Kunststoff und Glas	Stahl und Kunststoff	Stahl, Glas und Kunststoff
Gewicht (nicht gewertet)	12,4 kg	12,3 kg	13,3 kg
Abmessungen (H × B × T)/Volumen	46,5 × 23,3 × 54,3 cm/58,8 Liter (offenes Desgin)	54,8 × 23,5 × 52,8 cm/68,1 Liter	51,9 × 24,1 × 54,4 cm/68,0 Liter
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler	44,0/18,5 cm	41,2,/19,0 cm	43,0/18,0 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/ Verwindungssteifheit	Sehr gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/gut/sehr gut	Sehr gut/sehr gut/sehr gut
Zusammenbau*	Sehr gut: Das offene Layout des Define R6 macht es flexibel. Sowohl der Besitzer vieler 3,5/2.5-Zoll-Festplatten als auch der Wakü-Fan, der im Deckel und der Front Raditoren anbrigen möchte, kann den Midi-Tower nutzen. Dank der durchdachten Kabelführung (Klettverschlüsse/optimal positionierte Aussparungen) ist der Hardware-Einbau auch beim Innenraumdesign mit Laufwerkshalterung kein Problem.	Sehr gut: Da beide Laufwerkshalterungen modular nutzbar sind und in der oberen Kammer sowie der Netzteilkammer ausgebaut werden können, ist sehr viel Platz vorhanden.	Sehr gut: Das Dark Base 700 ist sehr modular und lässt sich individuell aufbauen sowie mit Hardware bestücken: Die Mainboardhalterung kann um 180 Grad gedreht eingebaut und der Innenraum kann für den maximalen Einbauplatz von Laufwerken optimiert werden. Die Netzteilkammer kann freigelegt und mit einem Lüfter und Netzteilen mit bis 285 mm Länge bestückt werden.
Besonderheiten beim Zusammenbau	Laufwerkshalterung/einzelne Festplattenhalterung demontierbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Tray demontierbar, offenes Innenraumdesign (Kammer mit 3,5/2.5-Zoll-Halterungen kann ausgebaut werden), Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs, Lüftersteuerung per PWM-Signal vom Mainboard	Festplattenkäfig herausnehmbar, SSD-Halterung auf der Oberseite der Netzteilkammer demontierbar, separate Kammer für die Platine, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen und Kabelmanagement auf der Rückseite, sehr gute Entkopplung der HDDs, Lüftersteuerung per Platine (sechs Lüfter 12 V und 7 Volt schaltbar)	Festplattenschächte einzeln herausnehmbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Trays demontierbar, Mainboardschlitten (MB-Tray um 180 Grad gedreht montierbar), Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs, vierstufige Lüftersteuerung/Lüftersteuerung per PWM-Signal vom Mainboard
Praxisprobleme	Keine Probleme	Keine Probleme	Keine Probleme
Kompatibilitätstest	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht
Leistung (60 %)	**2,02**	**2,00**	**2,33**
Temperatur CPU	60 °C	66 °C	58 °C
Temperatur GPU (Lüfterdrehzahl, Takt)	71 °C (~2.090 U/Min, 1.835 MHz)	69 °C (~2.040 U/Min, 1.823 MHz)	70 °C (~2.050 U/Min, 1.848 MHz)
Temperatur Innenraum Gehäuse/M.2-SSD	37 °C/54 °C	39 °C/54 °C	38 °C/52 °C
Lautheit der Lüfter, 50 cm Abstand frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	1,1/1,1 Sone	1,2/1,2 Sone	1,7/1,7 Sone
FAZIT	⊕ Ausstattung (u. a. offenes Design/Deckel/Tür) ⊕ Kühlung der CPU, GPU und des Innenraums ⊕ Geringe Lautheit der 140-mm-Lüfter (Dämmung)	⊕ Niedrige Lautheit dank Dämmung ⊕ Alle Laufwerkshalterungen demontierbar ⊖ Durchschnittliche Ausstattung	⊕ Gute Ausstattung/flexibler Hardware-Einbau ⊕ Gute bis sehr gute Kühlung von GPU und CPU ⊖ Silent-Wings-3-Lüfter hörbar trotz Dämmung
	Wertung: **1,80**	Wertung: **1,95**	Wertung: **2,04**

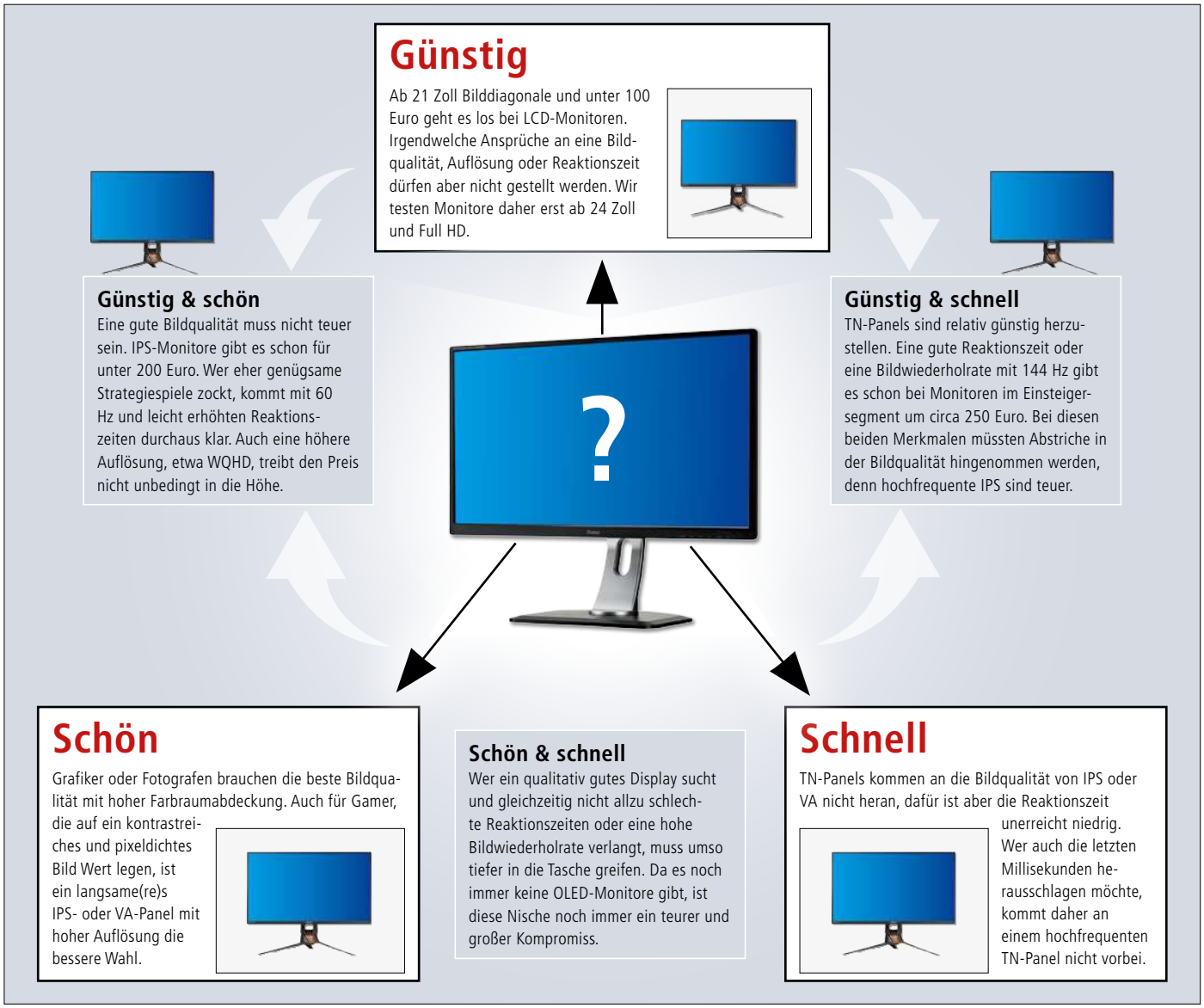
*** System:** Intel Core i7-6700K, Intel Z170, Gigabyte Geforce GTX 1070 OC Edition (83 Grad Temp-Target), 2 x 8 GiByte DDR4-2133-RAM, Themalright AXP-100 (Q-Fan-Profil: Standard), Corsair Corsair RM 550X/550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C

GEHÄUSE: MIDI- UND BIG-TOWER

Auszug aus Testtabelle
mit 39 Wertungskriterien

Gehäuse	Equilence (ECA3510)	Crystal 570X	Enso RGB
Hersteller (Website)	Enermax (www.enermax.com)	Corsair (www.corsair.com)	Bitfenix (www.bitfenix.com)
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1700953	www.pcgh.de/preis/1541665	www.pcgh.de/preis/1727889
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis (getestete Version)	Ca. € 95,-/gut (ein Seitenteil aus Glas, Dämmung)	Ca. € 150,-/befriedigend (Deckel und Front aus Glas, beide Seitenteile aus Glas, keine Dämmung)	Ca. € 85,-/gut (Ein Seitenteil aus Glas, keine Dämmung)
Version ohne Fenster/ohne Dämmung	Nicht vorhanden/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/ca. €150,-/nicht vorhanden	Nicht vorhanden/ca. € 85,-/nicht vohanden
Ausstattung (20 %)	**2,39**	**2,47**	**3,48**
Plätze für Laufwerke	2 × 3,5/2,5 Zoll, 4 × 2,5 Zoll	2 × 3,5/2,5 Zoll, 2 × 2,5 Zoll	2 × 3,5/2,5 Zoll, 3 × 2,5 Zoll
Erweiterungsslots (Blende)	Sieben	Sieben	Sieben
Handbuch	Normales Faltblatt	Sehr ausführlich	Sehr ausführlich
Lüfterplätze	Deckel: 3 × 120 oder 2 × 140 mm, Front: 3 × 120, Heck: 1 × 140/120 mm, Seite: 2 × 120 mm, Boden:-	Deckel: 2 × 140 mm, Front: 3 × 120 oder 2 × 140 mm, Heck: 1 × 120 mm, Seite: -, Boden: -	Deckel: 2 × 120 mm, Front: 2 × 140/120 mm, Heck: 1 × 120 mm, Seite: -, Boden: -
Vorhandene Lüfter	2 × 120 mm (Front), 1 × 140 mm (Heck)	3 × 120 mm (Front)	2 x 120 mm (Front), 1 x 120 mm (Heck)
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, Audio	2 × USB 3.0, Audio	2 x USB 3.0, Audio
Besonderheiten	Dämmung enthalten, ein Seitenteil aus Glas, beleuchtetes Frontpanel, magnetischer Staubschutz für die Front, Staubschutz am Boden, Zusatzhalterung für zwei SSDs (bei fehlenden 120-mm-Lüfterm), Hecklüfter für Radiator verschiebbar, SSD-Montage auf der Rückseite des Mainboard-Trays, Netzteilkammer, Lüftersteuerung (dreistufig), Deckel mit Staubschutz und Dämmung (magnetisch)	Deckel, Front und beide Seitenteile aus Glas, beleuchtete Lüfter, Controller für die RGB-Beleuchtung, magnetischer Staubschutz am Deckel und der Front, Staubschütze am Boden mit Schiebemechanismus, SSD-Montage auf Rückseite der Mainboardhalterung, Hecklüfter für Radiator verschiebbar, werkzeuglose Laufwerksbefestigung, Netzteilkammer (offen), Kabelführungssystem mit Metallkanal	Ein Seitenteil aus Glas, RBG-Beleuchtung für Hecklüfter, RGB-LEDs (Frontpartie), magnetischer Staubschutz für den Deckel, Gehäuseoberteil kann mit Magnetmatten geschlossen und geöffnet werden, SSD-Montage auf Rückseite des Mainboard-Trays, Hecklüfter für Radiator verschiebbar, von der geschlossenen Vorderseite zugänglicher Staubschutz an Front und Boden mit Schiebemechanismus, Netzteilkammer
Eigenschaften (20 %)	**1,58**	**1,69**	**1,81**
Material (nicht gewertet)	Glas, Stahl und Kunststoff	Stahl, Glas und Kunststoff	Stahl, Glas und Kunststoff
Gewicht (nicht gewertet)	9,78 Kg	10,9 kg	7 kg
Abmessungen (H × B × T)/Volumen	51,0 × 23,5 × 50,0 cm/59,9 Liter	51,2 × 23,4 × 48,0 cm/57,5 Liter	48,9 × 21,0 × 45,4 cm/46,6 Liter
Platz für Grafikkarte/CPU-Kühler	42,0/17,5 cm	37,0/17,0 cm	34,0/16,5 cm
Verarbeitung allgemein/Schnittkanten/ Verwindungssteifheit	Gut/sehr gut/sehr gut	Sehr gut/gut/gut	Gut/sehr gut/gut
Zusammenbau*	Seht gut. Selbst wenn die beiden seitlichen Halterungen bestückt sind, ist noch ausreichend Platz für den Zusammenbau. Die Grafikkarte darf dann nur noch 280 mm lang sein. Dank der beiden Halterungen auf der Rückseite des Mainboard-Trays, kann der laufwerksfrei bleiben. Aussparungen in der Netzteillkammer und der Mainboardhalterung garantieren eine ordentliche Kabelverlegung.	Sehr gut. Die werkzeugfreien Laufwerkshalterungen befinden sich auf der Rückseite des Mainboard-Trays, das sorgt für Platz im Innenraum. Ins Crystal 570X passen aber auch überlange Netzteile. Die Aussparungen in der Platinenhalterung und der Führungskanal auf der Rückseite garantieren eine sehr ordentliche Kabelverlegung.	Sehr gut. Da sich die Laufwerkshalterungen vorn in der Netzteilkammer und auf der Rückseite des Mainboard-Trays befinden, fällt der Platz im Innenraum relativ großzügig aus – sogar E-ATX-Platinen passen. Die Gehäusemaße begrenzen allerdings die maximale Höhe des CPU-Kühlers auf 165 mm und die maximale Grafikkartenlänge bei seitlichen Anschlüssen auf 340 mm.
Besonderheiten beim Zusammenbau	Laufwerkshalterungen auf der Rückseite des Mainboard-Trays demontierbar, Hecklüfter für Wakü verschiebbar, separate Kammer für Platine und Netzteil (Zweikammersystem), Aussparung hinterm Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, dreistufige Lüftersteuerung, sehr gute Entkoppelung der HDDs	Festplattenkäfig herausnehmbar, SSD-Halterungen auf der Rückseite des MB-Tray demontierbar, Hecklüfter verschiebbar, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs	2,5-Zoll-Laufwerkshalterungen auf der Rückseite des MB-Trays demontierbar, Hecklüfter verschiebbar, separate Kammer für die Platine, Aussparung hinter dem Sockel, Aussparung für Kabeldurchführungen, sehr gute Entkoppelung der HDDs
Praxisprobleme	Keine Probleme	Keine Probleme	Keine Probleme
Kompatibilitätstest	E-ATX/XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht	XL-ATX passt nicht
Leistung (60 %)	**2,28**	**2,72**	**2,40**
Temperatur CPU	66 °C	59 °C	70 °C
Temperatur GPU (Lüfterdrehzahl, Takt)	73 °C (~2.132 U/Min, 1.823 MHz)	73 °C (~2.160 U/Min, 1.835 MHz)	75 °C (~2.210 U/Min, 1.823 MHz)
Temperatur Innenraum Gehäuse/M.2-SSD	33 °C (53 °C)	36 °C/50 °C	40 °C/65 °C
Lautheit der Lüfter, 50 cm Abstand frontal/schräg vorne (45-Grad-Winkel)	1,2/1,3 Sone	2,2/2,2 Sone	1,1/1,1 Sone
FAZIT	⊕ Ausstattung (Zweikammersystem, Deckelkonstruktion) ⊕ Kühlleistung und geringe Lautheit ⊕ Problemloser Einbau, nützliche Kabelführungen	⊕ Temperatur Prozessor und Innenraum ⊕ Ausstattung (Vollverglasung/RGB-Kontroller) ⊖ Lautheit der mitgelieferten 120-mm-Lüfter	⊕ Ausstattung (RGB/Deckel) für 85 Euro ⊕ Leise Lüfter trotz fehlender Dämmung ⊖ Tempertatur Grafikkarte etwas zu hoch
	Wertung: **2,16**	Wertung: **2,46**	Wertung: **2,50**

*** System:** Intel Core i7-6700K, Intel Z170, Gigabyte Geforce GTX 1070 OC Edition (83 Grad Temp-Target), 2 x 8 GiByte DDR4-2133-RAM, Themalright AXP-100 (Q-Fan-Profil: Standard), Corsair Corsair RM 550X/550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C



Display-Durchblick

Mit dem magischen Dreieck der Monitor-Kaufberatung möchten wir in der unüberschaubaren Fülle an Varianten etwas Übersicht bieten. Wählen sie zwei der drei oben genannten Eigenschaften.

Wer sich zum Rechner einen neuen Bildschirm anschaffen möchte, sieht oft den Monitor vor lauter Pixel nicht. Denn wie soll ein potenzieller Monitorkäufer auch bei der Fülle an Auflösungen, Größen, Formaten, Panel-Techniken und sonstigen Ausstattungsmerkmalen durchblicken?

Wie bei nahezu allen PC-Komponenten gibt es auch unter Monitoren ausgewiesene Gaming-Modelle. Gleich vorneweg: Das heißt nicht, dass diese für jeden PC-Gamer geeignet sind oder dass es andere Monitore nicht sind. Je nach Spielegenre unterscheiden sich auch die Ansprüche an das Display. Wer etwa schnelle Multiplayer-Shooter zockt, benötigt einen Monitor mit möglichst geringer Verzögerung zwischen Maus- und Cursorbewegung, also dem sogenannten Input Lag. Technisch bedingt braucht ein Monitor einige Millisekunden, bis das Bild von der Grafikkarte auch an der Mattscheibe angezeigt wird.

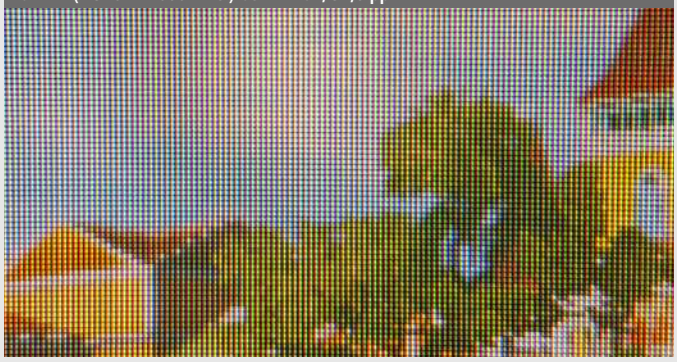
Der Hersteller gibt im Datenblatt des Monitors lediglich die sogenannte Reaktionszeit an. Das ist die Dauer, die ein Pixel für einen Farbwechsel benötigt. Und weil sich geringe Werte in Datenblättern schöner machen, lesen wir hier nur etwa 1 bis 5 ms. Vorsicht! Das ist nur die minimale Reaktionszeit bei einem Wechsel von Hellgrau nach Dunkelgrau. In diesem Fall müssen sich die Flüssigkristalle nur wenig drehen. Andere Farbwechsel haben andere, teils weitaus höhere Reaktionszeiten. Diese Datenblattangabe ist daher nur ein grobes Indiz für die Reaktionszeit des Monitors, die immer nur ein Teil des gesamten Input Lags ist. Außerdem nützt die beste Reaktionszeit nichts, wenn ein Monitor mit einer standardmäßigen Bildwiederholrate von 60 Hz nur alle 16 ms ein anderes Bild liefert. Bei 144 Hz schaut er alle 7 ms nach, ob die Grafikkarte ein neues Bild berechnet hat. Die Bildfrequenz sollte schon gut dreistellig sein, wenn der Monitor für schnelle Shooter angeschafft wird.

TN-Panel sind nicht nur die günstigsten Displays, sondern auch nach wie vor die mit der geringsten Reaktionszeit. Deswegen ist TN nicht nur in Billigmodellen zu fin-

Pixeldichte im Vergleich – mehr ist sichtbar besser

Je höher die Auflösung und je kleiner die Bildschirmdiagonale, desto mehr Pixel auf der Fläche. Die Pixeldichte wird oft in Pixel pro Zoll, kurz ppi (engl. pixels per inch) angegeben. Bei den unten gezeigten Bildern handelt es sich um Makrofotos – sie wurden also vom Display abfotografiert.

Full HD (1.920 × 1.080 Pixel) bei 24 Zoll, 91,8 ppi

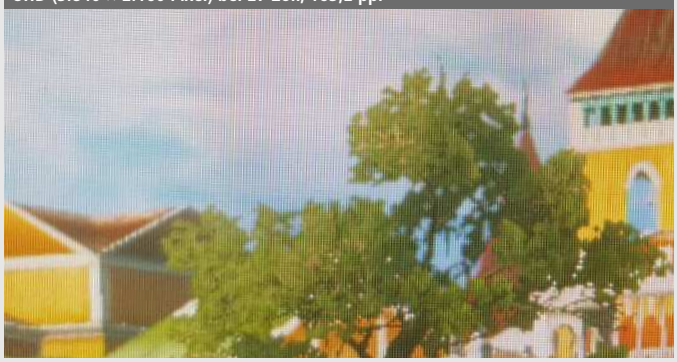


Full HD (1.920 × 1.080 Pixel) bei 27 Zoll, 81,6 ppi

WQHD (2.560 × 1.440 Pixel) bei 24 Zoll, 122,4 ppi

WQHD (2.560 × 1.440 Pixel) bei 27 Zoll, 108,8 ppi

UHD (3.840 × 2.160 Pixel) bei 27 Zoll, 163,2 ppi



UHD (3.840 × 2.160 Pixel) bei 32 Zoll, 137,6 ppi

den, sondern auch in hochfrequenten Gaming-Modellen. Die aktuell maximal möglichen 240 Hz gibt es etwa nur bei einem TN-Panel in Full-HD-Auflösung. Für reaktionsschnelles TN müssen außerdem Kompromisse in der Bildqualität eingegangen werden. Technisch bedingt leiden sie unter einer geringen Blickwinkelstabilität, verfügen bestenfalls über einen mittelmäßigen Kontrast und weisen eine geringe Farbraumabdeckung auf.

IPS- und VA-Displays sind in Sachen Bildqualität klar im Vorteil. Bei IPS gibt es kaum Verfälschungen, sodass die Panel-Technik schon oft auf den ersten Blick erkennbar ist. So schön die Farben auch dargestellt werden, die Reaktionszeiten sind bei IPS und VA stets höher. Dafür liefern die Displays auch ein besseres (Stand-)Bild. Denn in Bewegungen neigen sie wegen der langsameren Flüssigkristalle stärker zu Schlieren. Einen Kompromiss bietet hier die Overdrive-Funktion, über die fast jeder Monitor mittlerweile verfügt. Dadurch wird eine höhere Spannung an die Kristalle angelegt, damit sie sich zum Bildwechsel schneller drehen. Im Display-Menü oft schlicht als „Reaktionszeit“ bezeichnet, ist diese je nach Modell mehrstufig einstellbar. In der höchsten Stufe kann es aber wieder zu Bildverfälschungen kommen, sodass ein mittleres Overdrive-Niveau oft der beste Kompromiss ist. Die beste Alternative für die meisten Gamer dürfte ein Kompromiss aus Bildqualität und Reaktionszeit sein. Wer Online-Shooter nicht unbedingt auf Wettkampfniveau, mehr Single-Player oder genügsame Strategiespiele zockt, kann ruhig zum „schöneren“ statt zum schnellen Monitor greifen.

Das magische Dreieck der Monitor-Kaufberatung

Die multidimensionalen Möglichkeiten der Monitor-Merkmale machen eine einfache Kaufberatung eigentlich unmöglich. Zu vielfältig sind Ansprüche oder Geschmäcker. Mit dem folgenden Schema möchten wir Ihnen dennoch eine grobe Orientierung im Display-Dschungel geben. Dazu haben wir die Ansprüche an einen Monitor in drei groben Merkmalen zusammengefasst: schön, schnell und günstig. Wir haben die Beziehung dieser drei Eigenschaften deshalb magisches Dreieck getauft, weil immer zwei zusammen möglich sind und das dritte ausschließen. Es gibt also beispielsweise Monitore, die günstig und schnell sind, dafür nicht schön. Da an dieser Stelle viele versierte Leser ganz laut „aber“ schreien möchten, sei schon jetzt auf den Disclaimer hingewiesen: Natürlich ist dieses Modell ein stark vereinfachtes Korsett, das über die Monitor-Landschaft gestülpt wird. So mancher Monitor lässt sich au-

Samsung C24FG70/FG73:
Bestmöglicher Gaming-Einstieg

Konkurrenzlos erscheinen Samsungs Einstiegsmodelle unter den Gaming-Monitoren. Unter 300 Euro gibt es auch andere Modelle mit 144 Hz und auch andere mit VA-Panel, nicht jedoch beides zusammen – das hat nur Samsung. Der C24FG70 verfügt über das beste Preis-Leistungs-Verhältnis in dieser Preisklasse. Die Konkurrenz hat hier meist nur TN-Panels mit 6 Bit Farbtiefe zu bieten, was das VA-Panel mit Quantum Dot in Sachen Bildqualität sichtbar toppt. Mit Full HD auf 24 Zoll ist die Pixeldichte noch relativ hoch und mit Freesync bleibt das Bild zusammen mit Radeon-Grafikkarten außerdem rissfrei. Da der extravagante Standfuß des FG70 nach hinten recht ausladend ist, hat Samsung mit dem FG73 das gleiche Panel mit konventionellem Standfuß versehen.

MSI MPG27CQ:
Innovative Softwaresteuerung

WQHD mit 144 Hz ist aktuell der bestmögliche Kompromiss aus hoher Auflösung mit hoher Bildwiederholrate. Doch das eigentliche Killer-Feature des neuen MSI-Monitors ist unserer Ansicht nach die Software-Steuerung. Man muss sich nicht mehr umständlich per Tasten durch das Menü klicken, nein, das geht nun einfach per Maus am Desktop. Noch besser: Die Profile können mit Exe-Dateien verknüpft werden, wie man es von Peripherie-Apps her kennt. Damit ist MSI aktuell konkurrenzlos. Ebenso mit der RGB-Leiste am unteren Rand, die zugegeben Geschmacksache ist, aber per App individuell programmiert werden kann.

ßerdem nicht so einfach in einer der Ecken des Modells verorten. Ein günstiges und schnelles TN-Panel ist etwa immer schneller als ein schönes und schnelles IPS-Panel. Nun könnte man aus diesen drei Eigenschaften eine dreidimensionale Matrix stricken und Abstufungen in den Eigenschaften vornehmen. Dadurch würde aber die Übersicht verloren gehen, weswegen wir uns für eindeutige, aber vereinfachte Schubladen entschieden haben.

Schön: Mehr als viele Farben

Mit „schön“ ist nicht etwa der extravagante Standfuß oder der silber glänzende Rahmen gemeint, sondern die Bildqualität des Panels. Ein schönes Display ist nicht nur eines mit hoher Farbraumabdeckung oder Kontrast, sondern etwa auch eines mit hoher Pixeldichte, also eine hohe Auflösung auf nicht zu großer Bildfläche. Nun gibt es natürlich mehrere Versionen von „schön“. Ein Gamer möchte ein flüssiges Bewegtbild sehen. Daher ist eine geringe Reaktionszeit für schlierenfreie Bewegungen erforderlich. Eine hohe Farbraumabdeckung ist ihm eher egal, da (noch) feinere Farbverläufe auf dem Monitor nicht unbedingt ein besseres Bild liefern. Eine Farbtiefe von 8 Bit bedeutet 16,7 Mio. Farben, die für Gamer und Otto Normalnutzer ausreichend sind. Mehr Farben, also 10 Bit oder gar mehr, brauchen aktuell nur Grafiker oder Bildbearbeiter, denen es wichtig ist, dass etwa ein Foto auf dem Bildschirm möglichst genauso aussieht wie auf dem Ausdruck. Ihnen hingegen ist die Reaktionszeit egal, da in Photoshop keine schnellen Bildwechsel passieren. Kurzum: Auch wenn Grafiker-Panels die beste Bildqualität liefern, ist „schön“ für einen Gamer mehr als nur Farbraumabdeckung. Trotzdem ist der Qualitätsunterschied zu günstigen Modellen mit nur 6 Bit sichtbar.

Günstig: Nicht das Billigste

Ein Monitor ist ab etwa 70 Euro und 18,5 Zoll zu haben. Diese Modelle verfügen aber über die Vorkriegsauflösung 1.366 × 768 Pixel und über recht magere Kontrast- und Helligkeitswerte. Von der untersten Preisklasse kann bestenfalls erwartet werden, ein Bild angezeigt zu bekommen. Wir raten von Monitoren mit zweistelligem Preis ab, da man für einen relativ geringen Aufpreis deutlich bessere, größere und höher auflösendere Displays bekommt. Ab circa 120 Euro sind schon 24-Zöller mit zeitgemäßer Full-HD-Auflösung erhältlich, die mit einer geringen Reaktionszeit ab (mindestens) 1 ms auch noch recht schnell sind. Dafür ist die Bildqualität und Blickwinkelstabilität der TN-Panels bestenfalls mittelmäßig. In derselben Preisklasse tummeln sich aber auch IPS-Displays, die blickwinkelstabiler sind und oft eine bessere Bildqualität haben. Dafür ist auch das schönste IPS-Panel nicht so reaktionsstark – hier wird der Grau-Wechsel ab 5 ms angegeben. Wer nicht viel Geld ausgeben möchte, hat aber hier schon die ersten beiden Alternativen, also ob der günstige Monitor eher schnell oder eher schön sein soll.

Schnell: Hohe Frequenz, niedrige Latenz

TN an sich ist zwar nach wie vor in Verruf für hässliche Billigmodelle, jedoch ist die Qualität der günstigen und reaktionsschnellen Display-Technik in den letzten Jahren etwas besser geworden. Das haben unsere Monitortests bewiesen: Sofern es sich nicht unbedingt um Modelle aus der eben beschriebenen unteren Preiskampfklasse handelt, sind Helligkeit, Kontrast und Schwarzwert oft nicht schlechter als bei IPS-Panels. Auch hier ist mittlerweile ein Kontrast über 1.000:1 möglich und der Schwarzwert liegt bei vielen Modellen weit unter den kritischen 1 cd/m². TN ist daher kein Indiz mehr für einen Billigheimer und auch in guten Mittelklasse-Modellen zu finden, die klar auf Schnelligkeit getrimmt sind – und zwar nicht nur, was Input Lag und Reaktionszeit betrifft. Bei IPS ist spätestens mit 165 Hz Schluss. Natürlich ist das schon eine recht hohe Frequenz. Mit TN gibt es aber noch mehr Bilder, nämlich bis zu 240 pro Sekunde. Außerdem sind hochfrequente IPS-Panels viel teurer als ein schneller TN-Monitor.

Der einzige wirkliche Pferdefuß ist die Farbtiefe mit „unechten“ 8 Bit. Zwar bieten auch TN-Panels bis zu 16,7 Mio. Farben, die werden aber nur mittels sog. Frame Rate Control (FRC) erreicht. Die 6 Bit bedeuten also lediglich 262.144 „echte“ Farben, die ein Subpixel-Trio darstellen kann. Die restlichen 16,5 Mio. Farben werden per sogenannter Framerate Control (FRC), auch „Dithering“ genannt, mit einem schnellen Farbwechsel simuliert. Ein Farbverlauf wird damit nicht so fein dargestellt wie mit echten 16,7 Mio. Farben. Für Bildbearbeiter ist TN daher ein No-Go, für manche Gamer hingegen ein hinnehmbarer Kompromiss zugunsten eines schnellen und nicht allzu teuren Panels. Solange kein OLED-Monitor auf dem Markt ist, bleiben „schnell“ und „schön“ anscheinend unvereinbare Gegensätze. OLED ist bislang nur in einigen Notebooks verbaut. Mittlerweile gibt es aber Modelle, die gleichermaßen schnell und schön sind, aber natürlich nicht gerade günstig. WQHD mit 144 Hz ist hier der „sweet spot“.

HDR: Noch immer nicht wirklich angekommen

2017 war das Jahr, in dem einige Modelle mit „HDR“ im Datenblatt auftauchten. Die Preisspanne reicht mittlerweile von 200 bis 2.000 Euro. Allein der Preis beweist schon, dass es qualitative Unterschiede in der HDR-Darstellung gibt. HDR ist nicht HDR. Da der Begriff nicht geschützt ist und an sich noch keinen Standard beschreibt, wie etwa HDR10, haben die Hersteller ihn schlicht ausgeschlachtet. Doch was bedeutet HDR eigentlich? Kurz gesagt: Ein schwärzeres Schwarz und ein weißeres Weiß mit mehr Farben bzw. feineren Farbabstufungen dazwischen. Nun konnten aber gerade günstige Modelle weder eine höhere Farbtiefe noch einen höheren Kontrast vorweisen. Dementsprechend homöopathisch fiel auch der Unterschied aus, wenn ein Spiel etwa eine HDR-Anzeige erkannt hat. Während es für Fernseher mit HDR10 und Dolby Vision schon HDR-Standards gibt, hat die VESA erst Ende 2017 mit „DisplayHDR“ drei HDR-Standards vorgestellt, die nun auch mit Monitoren kompatibel sind. Während TVs beispielsweise eine Spitzenhelligkeit bis zu 1.000 cd/m² schaffen, benötigt ein Monitor für den mittleren Standard lediglich 600 cd/m². Natürlich ist der Kontrast damit geringer, jedoch sitzt man bei einem Monitor viel näher davor, sodass extrem helle Spitzen nicht unbedingt benötigt werden.

LCDs sind in ihrem Kontrastverhältnis beschränkt. Während bei OLED jedes Pixel leuchtet und bei Schwarz einfach eben nicht leuchtet, wird ein schwarzes Pixel noch immer vom Hintergrundlicht des Panels angestrahlt. Abhilfe soll hier das sogenannte Local Dimming bringen, wodurch nur bestimmte Zonen des Hintergrundlichts leuchten. Der aktuell technisch beste HDR-Monitor Dell UP2718Q schafft 1.000 cd/m² in der Spitze und verfügt über 385 dimmbare Zonen. Bei extremen Schwarz-Weiß-Kontrasten leidet diese Lösung unter dem Halo-Effekt – die weißen Kanten bekommen einen leuchtenden Schein drumherum. Außerdem sorgt das HDR-bedingte zusätzliche Tonemapping für einen höheren Input Lag, was gerade für Gamer ein großer Nachteil ist. Mit Freesync 2 gibt es bereits einige HDR-fähige Samsung-Modelle. Die HDR-Qualität ist jedoch hier nicht ganz so brillant wie bei den (deutlich teureren) Monitoren für Grafiker. Das Nvidia-Pendant zu Freesync 2, namens G-Sync HDR, lässt noch immer auf sich warten und sollte schon 2018 verspätet erscheinen. Hier erwarten wir aber Preise ab 1.500 Euro für die ersten Monitore. Kurzum: Um HDR braucht ein Gamer sich aktuell noch nicht zu scheren. Die aktuelle HDR-Darstellung ist recht teuer und noch immer zu unspektakulär. Noch dieses Jahr erwarten wir die G-Sync-HDR-Monitore, die eher wegen ihrer 4K/UHD-Auflösung bei 144 Hz interessant sind. Bis diese Modelle aber humane Preisregionen erreichen, vergehen noch gut einige Jahre. Daher lohnt sich aktuell kein Warten. Schon jetzt gibt es zahlreiche Modelle mit gutem Preis-Leistungs-Verhältnis für jeden Geschmack, was wir mit den Produktvorschlägen hier auch beweisen. *(mc)*

AOC Agon AG352UCG:
Ultrabreit, hochauflösend und schnell

Die Agon-Serie von AOC besticht durch ihre Vielfalt. Daher finden wir auch einen Ultrawide-Monitor, der einen bestmöglichen Kompromiss für Spieler bieten möchte. Oftmals findet man hier nur entweder eine hohe Auflösung oder eine hohe Bildwiederholrate. Der AG352UCQ bietet 1440p mit 100 Hz und G-Sync auf 35 Zoll im 21:9-Format. Die 2000R-Krümmung fällt moderat aus. Im Test gefällt der niedrige Schwarzwert und der dadurch bedingte hohe Kontrast des VA-Panels von fast 2.000:1 – IPS und TN schaffen hier nur die Hälfte. Der gute Kontrast sorgt für knackige Farben und für eine subjektiv bessere Bildqualität. Mit rund 800 Euro ist der gute Kompromiss aus „schnell“ und „schön“ nicht gerade günstig. Aber ein derartiger Monitor ist schließlich eine Investition über mehrere GPU-Generationen.

Viewsonic VX4380-4K:
Groß wie ein TV, ist aber ein Monitor

Was unterscheidet einen riesigen Monitor noch von einem TV? Der fehlende Tuner, ein höherer Input Lag beim TV, zahlreiche andere Kleinigkeiten und nicht zuletzt der Preis. Für ca. 650 Euro ist der 43-Zoll-Riese von Viewsonic trotz der Größe nicht gerade teuer. Modelle mit dem gleichen Panel von anderen Herstellern kosten oft mehr. Der Input Lag ist mit nur 10,2 Millisekunden zwar angenehm niedrig, die Reaktionszeiten mit mittlerem Overdrive aber mit 14,4 ms im Schnitt ziemlich lahm. Das Bild schliert in Bewegung also deutlich sichtbar. Mit einer Farbtiefe von echten 10 Bit hat der Monitor eher im Standbild und in der Ausstattung seine Stärken: Er bietet insgesamt vier Bildeingänge und hat USB-Hub, Kopfhörerhalter und DP-Out-Buchse (Daisy Chain).

FULL HD

Auszug aus Testtabelle mit 33 Wertungskriterien

	23,5 Zoll	24,5 Zoll	27 Zoll	24,5 Zoll	24,5 Zoll
Produktname	**C24FG70**	**Alienware AW2518H**	**27GK750F**	**ROG Swift PG258Q**	**G2590PX**
Hersteller	Samsung	Dell	LG	Asus	AOC
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 260,-/gut	Ca. € 470,-/gut	Ca. € 500,-/befriedigend	Ca. € 500,- Euro/befriedigend	Ca. € 260,-/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1502763	www.pcgh.de/preis/1675342	www.pcgh.de/preis/1755660	www.pcgh.de/preis/1451609	www.pcgh.de/preis/1744367
Ausstattung (20 %)	**1,83**	**1,77**	**1,93**	**1,82**	**1,67**
Anschlüsse	57,6 cm/ 2× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2	1× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2, 4× USB 3.0, 1× Audio-Klinke	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2, 2× USB 3.0	1× HDMI, 1× Displayport 1.2	2× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2, 1× VGA, 2× USB-A 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	1.920 x 1.080/93,7 ppi	1.920 × 1.080/89,9 ppi	1.920 × 1.080/81,6 ppi	1.920 × 1.080/89,9 ppi	1.920 × 1.080/89,9 ppi
Panel-Typ/Diagonale	VA(Quantum Dot)/59,7 cm	TN/60 cm	TN/66,2 cm	TN/62,5 cm	TN/60 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Extern/100 × 100 (belegt)	Intern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 × 100 (belegt)	Extern	Intern/100 × 100 (belegt)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	5,2 kg/55 x 53 x 39 cm	3,5 kg (ohne Standfuß)/56 x 42 x 27 cm	7 kg/62 × 57 × 27 cm	5,6 kg/56 x 51 x 25 cm	7,8 kg kg/56 × 51 × 20 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Ja/-5°,15°/14 cm	Ja/-5°,15°/13 cm	Ja/-5°,15°/11 cm	Ja/-5°,20°/12 cm	Ja/+20°/-4°/13 cm
Garantie	2 Jahre Pickup & Return	3 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Sonstiges/Zubehör	Quantum-Dot-Display, 1800R gebogen, Kopfhörerausgang, Low Motion Blur	ULMB, Schwarzstabilisierung, Stereo-Lautsprecher, LED-Beleuchtung	Hintergrundbeleuchtung, Low Motion Blur, Schwarzstabilisierung	USB-3.0-Hub, 2 x 2 Watt Lautsprecher, drehbarer Standfuß, Kopfhörerausgang, Mikrofoneingang, Fps Counter, Onscreen Crosshair	Lautsprecher (2× 2 Watt), Fünf-Wege-Joystick, Schwarzstabilisierung
Eigenschaften (20 %)	**1,69**	**1,65**	**1,69**	**1,75**	**1,86**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad
Bildwiederholrate/VRR	70-144 Hz/Freesync	30-240 Hz/G-Sync	48-240 Hz/Freesync	30-240 Hz/G-Sync	30-144 Hz/Freesync
Farbtiefe/Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	6 Bit+FRC/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	6 Bit+FRC/16,7 Mio. Farben	6 Bit+FRC/16,7 Mio. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	2193:1/0,2 cd/m²	1116:1/0,4 cd/m²	938:1/0,4 cd/m²	1009:1/0,5 cd/m²	961:1/0,5 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	33,8 Watt/0,3 Watt	27,4 Watt/0,3 Watt	33 Watt/0,4 Watt	28,4 Watt/0,3 Watt	22,6 Watt/0,5 Watt
Leistung (60 %)	**1,34**	**1,58**	**1,59**	**1,70**	**1,75**
Input Lag	14,4 ms	16,0 ms	13,8 ms	15,9 ms	14,3 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	2,4	2,4	2,4	4,4	3,5
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	3 ms (MPRT)	2,3 ms (0,6-4,6 ms)	3 ms (0,6-6,4 ms)	3 ms (MPRT)	4,2 ms (0,7-12,7 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	340 cd/m², bis 12 %	431,6 cd/m², bis 11 %	381,9 cd/m², bis 8 %	487,7 cd/m², bis 9 %	451 cd/m², bis 10 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Wenig/sichtbar	Wenig/keine	Wenig/keine	Wenig/wenig	Wenig/keine
FAZIT	⊕ Gute Bildqualität ⊕ Flexibler Standfuß ⊖ Großer Input Lag	⊕ Nahezu schlierenfrei ⊕ Gute Bildqualität für TN ⊖ Teuer wegen G-Sync	⊕ Gute Bildqualität für TN ⊕ Nahezu schlierenfrei ⊖ Geringe Pixeldichte	⊕ Große G-Sync Range ⊕ Gute Bildqualität ⊖ Teuer für Full HD	⊕ Großes Freesync-Intervall ⊕ Wertiges Design ⊖ Nur 6-Bit-Farben
	Wertung: **1,51**	Wertung: **1,63**	Wertung: **1,68**	Wertung: **1,73**	Wertung: **1,76**

WQHD

Auszug aus Testtabelle mit 33 Wertungskriterien

	27 Zoll	24 Zoll	27 Zoll	27 Zoll	32 Zoll
Produktname	**PG27VQ**	**S2417DG**	**MPG27CQ**	**Agon AG271QG**	**32GK850G**
Hersteller	Asus	Dell	MSI	AOC	LG
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 850,-/ausreichend	Ca. € 450,-/befriedigend	Ca. € 740,-/ausreichend	Ca. € 700,-/befriedigend	Ca. € 850,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1705548	www.pcgh.de/preis/1482112	www.pcgh.de/preis/1461866778	www.pcgh.de/preis/1472102	www.pcgh.de/preis/1742717
Ausstattung (20 %)	**1,83**	**2,08**	**1,87**	**1,93**	**1,78**
Anschlüsse	1× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2, 2× USB-A 3.0	1× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2, 4× USB 3.0	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2, 2× USB-A 3.0	1× Displayport 1.2, 1× HDMI 2.0, 4× USB 3.0	1× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2, 3× USB-A 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	2.560 × 1.440/108,8 ppi	2.560 × 1.440/122,4 ppi	2.560 × 1.440/108,8 ppi	2.560 × 1.440/108,8 ppi	2.560 × 1.440/91,8 ppi
Panel-Typ/Diagonale	TN/66,2 cm	TN/58,8 cm	VA/66,2 cm	IPS(AHVA)/66,2 cm	VA/78,4 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Extern/100 × 100	Intern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 × 100	Extern/100 × 100 (belegt)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	8,5 kg/62 × 52 × 27 cm	6,1 kg/54 × 35 × 18 cm	10,6 kg/62 × 56 × 37 cm	6,8 kg/63 × 44 × 22 cm	8,5 kg/72 × 60 × 27 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/+20°/-5°/10 cm	Ja/+21°/-3/13 cm	Nein/+20°/-5°/12 cm	Ja/+21°/-3/13 cm	Ja/-5°,15°/10 cm
Garantie	3 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	2 Jahre
Sonstiges/Zubehör	1800R-Krümmung, Beleuchtung im Standfuß und an der Rückseite, Steuerkreuz	Dünner Rand, Unschärfereduzierung (ULMB)	Programmierbare Software, Programmierbare LED-Streifen (Steelseries), Fünf-Wege-Joystick, Low Motion Blur	Kopfhörerhalter, vier Stufen Schwarzstabilisierung	Dünner Rand, RGB-Ring an der Rückseite, Steuerkreuz
Eigenschaften (20 %)	**1,79**	**1,82**	**1,66**	**2,09**	**1,99**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	170/160 Grad	170/160 Grad	170/160 Grad	178/178 Grad	170/160 Grad
Bildwiederholrate/VRR	30-165 Hz/G-Sync	30-165 Hz/G-Sync	48-144 Hz/Freesync	30-165 Hz/G-Sync	30-165 Hz/G-Sync
Farbtiefe/Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	878:1/0,5 cd/m²	880:1/0,5 cd/m²	2876:1/0,2 cd/m²	1185:1/0,4 cd/m²	3013:1/0,1 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	47,2 Watt/0,2 Watt	36,9 Watt/0,4 Watt	55,2 Watt/0,5 Watt	54,6 Watt/0,3 Watt	60 Watt/0,6 Watt
Leistung (60 %)	**1,48**	**1,51**	**1,78**	**1,68**	**2,01**
Input Lag	14,6 ms	13,5 ms	10,7 ms	12,1 ms	15,4 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	4,7	6,6	5,3	3,1	5,4
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	2,3 ms (0,5-4,8 ms)	3,3 ms (0,6-4,9 ms)	4,1 ms (2,4-5 ms)	5 ms (4,5-5,4 ms)	7 ms (3,7-25,2 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	450,9 cd/m², bis 8 %	405 cd/m², bis 9 %	434,3 cd/m², bis 7 %	448,3 cd/m², bis 13 %	382,7 cd/m², bis 7 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Wenig/keine	Keine/keine	Sichtbar/sichtbar	Wenig/wenig	Wenig/keine
FAZIT	⊕ Gute Bildqualität für TN ⊕ Kurze Reaktionszeiten ⊖ Teuer	⊕ Kaum Schlieren ⊕ Hohe Pixeldichte ⊖ Kontrast etwas mau	⊕ Innovative Software ⊕ Hoher VA-Kontrast ⊖ Sichtbare Schlieren	⊕ Guter Kontrast für IPS ⊕ Wenig Schlieren ⊖ Ungleichmäßige Ausleuchtung	⊕ Hoher Kontrast ⊕ Gleichmäßige Ausleuchtung ⊖ Relativ teuer
	Wertung: **1,61**	Wertung: **1,69**	Wertung: **1,77**	Wertung: **1,81**	Wertung: **1,96**

ULTRA HD

Auszug aus Testtabelle mit 33 Wertungskriterien

	27 Zoll	27 Zoll	32 Zoll	43 Zoll	27 Zoll
Produktname	**UP2718Q**	**VP2785-4K**	**32UD99**	**VX4380-4K**	**EV2785-BK**
Hersteller	Dell	Viewsonic	LG	Viewsonic	Eizo
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 1.500,-/mangelhaft	Ca. € 1.000,-/ausreichend	Ca. € 1.030,-/ausreichend	Ca. € 650,-/befriedigend	Ca. € 1.070,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1662521	www.pcgh.de/preis/1681394	www.pcgh.de/preis/1567898	www.pcgh.de/preis/1710767	www.pcgh.de/preis/1734674
Ausstattung (20 %)	**1,83**	**1,57**	**1,70**	**1,77**	**1,37**
Anschlüsse	2× HDMI 2.0a, 1× DP 1.4, 1× Mini-DP 1.4, 2× USB-A 3.0, 1× Audio	2× HDMI 2.0, 1× DP 1.4, 1× Mini-DP, 1× USB-C mit DP (shared), 3× USB-A 3.0	1× Displayport 1.2, 2× HDMI 2.0, 1× USB-C, 2× USB-A 3.0	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2, 1× Mini-DP 1.2,1× DP-Out (Daisy Chain)	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2, 1× USB-C, 2× USB-A 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	3.840 × 2.160/163,2 ppi	3.840 × 2.160/163,2 ppi	3.840 × 2.160/137,7 ppi	3.840 × 2.160/102,5 ppi	3.840 × 2.160/163,2 ppi
Panel-Typ/Diagonale	IPS/66,2 cm	IPS/66,2 cm	IPS/78,4 cm	IPS/105,4 cm	IPS/66,2 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Intern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 × 100 (belegt)	Intern/100 × 100	Intern/200 × 100	Intern/100 × 100 (belegt)
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	8,4 kg/63 × 55 × 20 cm	6,5 kg/62 × 55 × 22 cm	8,4 kg/71 × 49 × 26 cm	14,5 kg/97 × 57 × 25 cm	8,2 kg/62 × 55 × 23 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Ja/-5°,15°/14,5 cm	Ja/-1°,21°/13 cm	Ja/+15°/-2°/11 cm	Nein/+12°/-5°/-	Jahrbuch 2018/+35°/-5°/18 cm
Garantie	3 Jahre	4 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	5 Jahre (Vor-Ort-Service)
Sonstiges/Zubehör	HDR10, Local Dimming (384 Zonen)	Lautsprecher (2× 5 Watt), Hardware-Kalibrierung (14-Bit-LUT), HDR10	HDR10, 2× 5-Watt-Lautsprecher	Kensington-Schloss, EPEAT Silver, mechanische Tasten mit Steuerkreuz, Picture-in-Picture, Kopfhörerhalter, 7-Watt-Lautsprecher	Lichtsensor, Picture-by-Picture-Funktion
Eigenschaften (20 %)	**2,01**	**1,71**	**1,59**	**1,91**	**1,71**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	178/178 Grad	178/178 Grad	178/178 Grad	178/178 Grad	178/178 Grad
Bildwiederholrate/VRR	60 Hz/-	60 Hz/-	40-60 Hz/Freesync	60 Hz/-	60 Hz/-
Farbtiefe/Farben	10 Bit/1,07 Mrd. Farben	10 Bit/1,07 Mrd. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	10 Bit/1,07 Mrd. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	1216:1/0,3 cd/m²	1095:1/0,3 cd/m²	1486:1/0,2 cd/m²	1104:1/0,4 cd/m²	1135:1/0,3 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	74,7 Watt/0,3 Watt	60,5 Watt/0,6 Watt	43,4 Watt/0,5 Watt	70,9 Watt/0,2 Watt	46,4 Watt/0,5 Watt
Leistung (60 %)	**1,69**	**1,93**	**2,00**	**2,45**	**2,85**
Input Lag	9,8 ms	9,5 ms	10,1 ms	10,2 ms	28,7 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	1,8	2,2	3,8	5,2	1,8
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	10,2 ms (8-12,5 ms)	8,1 ms (4,4-10,8 ms)	9,5 ms (6,1-12,3 ms)	14,4 ms (4,8-21 ms)	8,8 ms (6,3-11,8 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	406,2 cd/m², bis 6 %	354,8 cd/m², bis 15 %	339 cd/m², bis 7 %	439,7 cd/m², bis 18 %	357,8 cd/m², bis 7 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Sichtbar/wenig	Sichtbar/wenig	Sichtbar/keine	Sichtbar/wenig	Sichtbar/keine
FAZIT	⊕ Hohe Maximalhelligkeit ⊕ Hohe Farbtreue ⊖ Teuer	⊕ Brillante Farbtreue ⊕ Hohe Pixeldichte ⊖ Schwächen in der Ausleuchtung	⊕ HDR10-Wiedergabe ⊕ Gleichmäßige Ausleuchtung ⊖ Langsame Reaktionszeit	⊕ 10-Bit-Farbtiefe ⊕ Geringer Input Lag ⊖ Spiegelt leicht	⊕ Hervorragende Bildqualität ⊕ 5 Jahre Garantie ⊖ Hoher Input Lag
	Wertung: **1,78**	Wertung: **1,81**	Wertung: **1,86**	Wertung: **2,21**	Wertung: **2,33**

ULTRAWIDE

Auszug aus Testtabelle mit 33 Wertungskriterien

	34 Zoll	34 Zoll	35 Zoll	37,5 Zoll	34 Zoll
Produktname	**XR342CK**	**34UC89G**	**Agon AG352UCG**	**VP3881**	**C34F791**
Hersteller	Acer	LG	AOC	Viewsonic	Samsung
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 970,-/ausreichend	Ca. € 720,-/ausreichend	Ca. € 800,-/ausreichend	Ca. € 1.250,-/ausreichend	Ca. € 620,-/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1661785	www.pcgh.de/preis/1621380	www.pcgh.de/preis/1568141	www.pcgh.de/preis/1712705	www.pcgh.de/preis/1502619
Ausstattung (20 %)	**1,43**	**1,85**	**1,63**	**1,67**	**1,83**
Anschlüsse	1× HDMI 2.0, 1× HDMI 1.4 (MHL 2.1), 1× Displayport 1.2, 1× USB-C	1× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.2 , 2× USB 3.0	1× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2, 2x USB 3.0	2× HDMI 2.0, 1× Displayport 1.4, 1× USB-C mit DP, 3× USB-A 3.0	2× HDMI 1.4, 1× Displayport 1.2, 2× USB 3.0
Max. Auflösung/Pixeldichte	3.440 × 1.440/110,1 ppi	2.560 × 1.080/81,9 ppi	3.440 x 1.440/106,9 ppi	3.840 × 1.600/110,9 ppi	3.440 x 1.440/110,1 ppi
Panel-Typ/Diagonale	IPS/83,3 cm	IPS/83,3 cm	AMVA+/85,8 cm	IPS/91,9 cm	SVA/83,3 cm
Netzteil/Vesa-Halterung	Extern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 × 100 (belegt)	Extern/100 x 100 (belegt)	Extern/100 × 100 (belegt)	Extern/Nein
Gewicht/Maße (inkl. Standfuß)	9,7 kg/82 × 37 × 31 cm	8,3 kg/82 × 37 × 28 cm	11,8 kg/85 × 59 × 27 cm	12,7 kg/90 × 63 × 30 cm	7,6 kg/81 × 47 × 31 cm
Pivot 90 Grad/neigbar/höhenverst.	Nein/-5°,35°/13 cm	Nein/-5°,20°/12 cm	Nein/-5°,21°/12 cm	Nein/-1°,21°/13 cm	Nein/-5°,20°/10 cm
Garantie	3 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	2 Jahre
Sonstiges/Zubehör	Acer HDR ready, Bild in Bild, 1900R-Krümmung	Übertaktung auf 166 Hz, Steuerkreuz, Picture-in-Picture, Kopfhörerhalter, 3800R-Krümmung	2000R-Krümmung, 2x 2-Watt-Lautsprecher, Schwarzstabilisierung, Headset-Aufhängung, 2x USB 3.0	HDR10, EPEAT Gold, Hardware-Kalibrierung (14-Bit-LUT), 2300R-Krümmung	2x USB 3.0, 2x 7-Watt-Lautsprecher, 1500R-Krümmung
Eigenschaften (20 %)	**1,86**	**1,64**	**1,93**	**1,97**	**1,72**
Betrachtungswinkel horizontal/vertikal	178/178 Grad	178/178 Grad	170/160 Grad	178/178 Grad	170/160 Grad
Bildwiederholrate/VRR	48-75 Hz/Freesync	30-144 Hz/G-Sync	30-100 Hz/G-Sync	60 Hz/-	48-100 Hz/Freesync
Farbtiefe/Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben	8 Bit+FRC/1,07 Mrd. Farben	8 Bit/16,7 Mio. Farben
Kontrastverhältnis/Schwarzwert	1045:1/0,3 cd/m²	1325:1/0,2 cd/m²	1962:1/0,2 cd/m²	862:1/0,4 cd/m²	2093:1/0,1 cd/m²
Max. Leistungsaufnahme/Stand-by	57 Watt/0,5 Watt	55,4 Watt/0,3 Watt	69,6 Watt/19,8 Watt	58,8 Watt/0,2 Watt	61,1 Watt/0,4 Watt
Leistung (60 %)	**1,83**	**1,79**	**1,88**	**1,89**	**1,99**
Input Lag	10,4 ms	15,3 ms	14,6 ms	11,1 ms	26,4 ms
Farbabweichungen (ø Delta E 2000)	2,9	4,4	2,4	1,6	3,8
ø Reaktionszeit (Min.-Max.)	8,2 ms (4,2-11,4 ms)	7,2 ms (12,1-5,5 ms)	3,2 ms (4,5-1,1 ms)	8,6 ms (5,6-10,8 ms)	4,8 ms (2,2-6,4 ms)
Max. Helligkeit, Abweichungen	344 cd/m², bis 7 %	324,8 cd/m², bis 6 %	369 cd/m², bis 10 %	318,4 cd/m², bis 9 %	312 cd/m², bis 12 %
Schlieren-/Korona-Bildung	Sichtbar/wenig	Sichtbar/wenig	Wenig/sichtbar	Sichtbar/wenig	Sichtbar/sichtbar
FAZIT	⊕ Gute Bildqualität ⊕ Geringe Reaktionszeit ⊖ Kein echtes HDR	⊕ Hoher Kontrast ⊕ Hohe Bildwiederholrate ⊖ Geringe Pixeldichte	⊕ Hoher Kontrast ⊕ Gute Farbtreue ⊖ Teuer	⊕ Werksseitig hardwarekalibriert ⊕ Hohe Ultrawide-Auflösung ⊖ Sichtbare Schlieren/Korona	⊕ Hoher Kontrast ⊕ Elegantes Design ⊖ Hoher Input Lag
	Wertung: **1,75**	Wertung: **1,77**	Wertung: **1,84**	Wertung: **1,86**	Wertung: **1,90**

Bild: Corsair

Peripherie für Spieler

Knackiger, mitreißender Sound, eine präzise Maus mit ergonomischer Form und eine Tastatur mit langlebigen, mechanischen Tastenschaltern gehören an jeden Spiele-Rechner. Wir haben passende Empfehlungen für Sie.

Headsets: Knackiger Sound und wohliger Komfort

Ein gutes Headset hilft Ihnen unter anderem, in Spielen Gegner besser zu orten und Sie effektiver in die virtuellen Welten abtauchen zu lassen. Daher sollte es im Idealfall über mehrere Stunden bequem sitzen, damit Sie den guten Sound auch wirklich genießen können. Wichtig ist in vielen Fällen auch das Mikrofon, um sich bei anderen Spielern verständlich zu machen. Es sollte die Stimme laut genug aufzeichnen und über eine Rauschunterdrückung sowie bestenfalls eine Tiefpass-Filterung verfügen, um Störgeräusche wie Rauschen, Rumpeln und zischende S-Laute auf ein Minimum zu reduzieren. Oft wird das Headset neben dem Spielen auch bei der Nutzung anderer Medien eingesetzt oder muss den anspruchsvolleren Musikgenuss befriedigen können. Ein gutes Headset muss also in vielerlei Hinsicht überzeugen. Wir stellen Ihnen drei sehr empfehlenswerte Geräte vor.

Creative Sound BlasterX H5/H7 TE: Sehr bequem und leicht, sehr guter Sound, stabil und flexibel. Sound-Spezialist Creative bietet mit dem H5 ein sehr gutes Klinken-Headset für deutlich unter 100 Euro an. Der Namenszusatz „Tournament Edtion“ verweist dabei auf die überarbeitete Version des schon in seiner Urform sehr überzeugenden Headsets. Das Creative Sound BlasterX H5 Tournament Edition ist kein typischer Vertreter eines „Gaming“-Headsets. Bunt beleuchtete LED-Schriftzüge oder farbig blinkende Logos sucht man vergeblich. Statt kantigem Look im irritierend auffälligen Stealth-Design, mit dem sich wohl nur die furchtlose Jugend auf die Straße trauen würde, gibt sich das H5 eher klassisch gediegen und orientiert sich offensichtlich in Bezug auf Design und Klangcharakteristik an klassischen Hi-Fi-Kopfhörern. Trotzdem müssen Sie nicht auf Komfort-Features wie Lautstärkereglung oder Mikrofon-Stummschaltung verzichten, denn mithilfe der optionalen Software Acoustic Engine Lite haben sie Zugriff auf eine breitere Palette an Features, darunter virtueller Surround. Für ein reines Stereo-Headset ist das sehr ungewöhnlich.

Das nur rund 270 Gramm leichte H5 sitzt dank der breiten, extrem anschmiegsamen Kunstlederpolster ausgesprochen bequem. Selbst für Brillenträger ist das Creative-Headset auch nach Stunden kaum spürbar. Ein wenig Luftzirkulation wird zugelassen, die Ohren werden auch im Sommer nicht unerträglich warm und dennoch werden Außengeräusche gut abgeschottet. Unter den auswechselbaren Polstern verbirgt sich pro Seite ein schräg stehender 50-mm-Treiber. Diese liefern einen kräftigen, aber dennoch sehr ausgewogenen Sound, bei dem auch feinere Details nicht untergehen. Tatsächlich ist das H5 sogar für den anspruchsvollen Musikgenuss geeignet. Das ist bei Gaming-Headsets eher die Ausnahme als die Regel und daher definitiv eine Erwähnung wert. Dem hohen Komfort und sehr ansprechendem Klang steht außerdem die Verarbeitung in nichts nach. Sämtliche Teile des Headsets sind optisch wie haptisch angenehm, sauber und stabil verbaut und wirken sehr stabil. Der extrem flexible Federstahlbügel hält selbst hohen und/oder mutwilligen Krafteinwirkung stand, denn das Headset verdreht sich und federt anschließend wieder in die ursprüngliche Form, anstatt an einer hoch belasteten „Sollbruchstelle“ zu brechen.

Der größere Bruder des H5 ist das Creative Sound BlasterX H7, welches ebenfalls in einer verbesserten „Tournament Edition“ erhältlich ist. Das H7 ist mit einer abnehmbaren

USB-Soundkarte samt einer Vielzahl nützlicher Features ausgestattet. Diese Audiolösung entspricht in etwa Creatives Mini-Soundkarte Sound Blaster X G1 und hat neben einer zusätzlichen Verstärkung, Mikrofonverbesserungen und sehr gutem virtuellen Surround via SBX eine deutlich erweiterte Software Acoustic Engine Pro vorzuweisen. Der Aufpreis gegenüber dem H5 ist mit rund 30 Euro fair.

Corsair Void RGB Wireless: Kabellose Freiheit, hoher Komfort und guter Sound zum fairen Preis. Corsairs Void-Reihe wurde ebenfalls überarbeitet und ist in drei verschiedenen Ausführungen erhältlich. Wir stellen an dieser Stelle die Funk-Variante Void Pro RGB Wireless vor. Das Headset kommt mit einem kleinen USB-Funk-Dogle, dessen Reichweite sich laut Corsair auf 12 Meter beläuft, die wir in unseren Tests jedoch deutlich überschreiten konnten. Des Weiteren können Sie mit der Corsair Utility Engine den Surround-Sound zuschalten, den Sound per Equalizer oder bereits vordefinierten Klangprofilen anpassen und individualisieren oder die Farbe der RGB-Beleuchtung wählen, mit einer Corsair-RGB-Tastatur abgleichen beziehungsweise an- oder abschalten.

Das Void Pro RGB Wireless sitzt bequem auf dem Kopf, obwohl es mit 380 Gramm nicht mehr zu den leichten Vertretern seiner Art zählt. Doch dank der überarbeiteten und flauschigeren Polstern, die das Gewicht effektiv über den Kopf verteilen und abstützen, sitzt das Corsair Void Pro RGB auch über einen langen Zeitraum recht komfortabel. Bei der Sound-Ausgabe ist das Corsair-Headset ebenfalls ansprechend, tatsächlich klingt der Sound aufgeweckter und präsenter als beim Vorgänger. Trotzdem ist das Void Pro RGB Wireless kein allzu detailversessener Spielkamerad und fällt klanglich eher etwas gemütlich aus. Dies betrifft vor allem die Höhenwiedergabe, die gegenüber anderen Frequenzen etwas in den Hintergrund tritt. Das Mikrofon wurde ebenfalls merklich überarbeitet und ermöglicht eine gute Stimmaufzeichnung. Für knapp über 100 Euro ist das Void Pro RGB Wireless zudem ein Schnäppchen.

Beyerdynamic MMX 300: Dank bestem Komfort, tollem Sound und prima Mikro weiterhin eine Referenz. Das MMX 300 ist seit mehr als 10 Jahren eines der besten Headsets, die Sie kaufen können, und gehört wie die beliebten Hi-Fi-Kopfhörer des deutschen Traditionsherstellers zu den langlebigsten Audiokomponenten. Beispielsweise existiert der bekannte Kopfhörer DT 770 schon seit mehr als 30 Jahren, der allerdings in diesem Zeitraum immer wieder neu aufgelegt und verbessert wurde. Nun ist auch das MMX 300 in zweiter Generation erschienen, das eine nochmals schickere Verarbeitung samt komplett überarbeitetem Äußeren vorzuweisen hat. Die wenigen Plastikteile machen einen außerordentlich robusten Eindruck, die anschmiegsame Beschichtung der Hörer bietet haptisches Wohlgefühl. Der Bügel ist aus gebürstetem und mattschwarz beschichtetem Federstahl gefertigt; das Metall wurde sauber entgratet und sanft poliert. Die Kunstlederpolsterung des Bügels ist breit und dick gepolstert, zudem lässt sich die Polsterung einfach mittels Klettverschluss lösen, reinigen oder austauschen. Die mit Velourpolstern ausstaffierten Hörmuscheln sind mit der für Beyerdynamic typischen und häufig kopierten Aufhängung am Bügel befestigt. Des Weiteren lässt sich nun neben den Polstern auch das Kabel abnehmen und bei Bedarf ersetzen. Außerdem wurde nun eine praktische Kabelfernbedienung verbaut.

Darüber hinaus wurden auch die 40-mm-Treiber im Inneren des Geräts verbessert. Der Sound wirkt im Vergleich zum Vorgänger nochmals ein Stück präziser und aufgeweckter. Der Frequenzverlauf ist dabei nicht sklavisch neutral, sondern wurde auf einen hohen Unterhaltungswert getrimmt: Der kräftige Bass ist leicht betont und besticht durch seinen satten Punch, die Höhen zeichnen sich bei rund 10 kHz durch eine kräftige, aber schmale Spitze aus und sind spritzig und klar. Dazwischen ist das Frequenzband weitestgehend linear und leistet sich keinerlei Schwächen. Letzteres gilt auch für das sehr gute Mikrofon. Um das Maximum aus dem – mit 300 Euro doch recht teuren – Headset herauszuholen und das Potenzial des Mikros auszuschöpfen, sollten Sie allerdings über einen sehr guten Onboard-Sound oder besser noch eine Soundkarte verfügen. Dann können Sie mit dem erstklassig klingenden und außerordentlich bequemen MMX 300 für viele Jahre glücklich werden. *(pr)*

Creative bietet mit dem Sound Blaster X H5 TE ein sehr empfehlenswertes Headset für unter 100 Euro. Der größere Bruder in Form des H7 kommt mit einer USB-Soundkarte.

Wenn Sie kabellose Freiheit schätzen, ist das Corsair Void RGB Wireless eine gute Empfehlung im 100-Euro-Bereich. Das Headset ist bequem und bietet viele Features.

Beyerdynamics in deutscher Handarbeit gefertigte MMX 300 ist mit rund 300 Euro sehr teuer. Es ist allerdings auch eins der bestklingendsten und bequemsten Headsets, die man kaufen kann, und ist dank Ersatzteil-Garantie extrem langlebig.

Mäuse und Tastaturen: Unverzichtbare Spielpartner

Zum Lieferumfang der Leadr gehört eine Kombination aus Empfänger und Ladestation mit Anzeige. Roccat garantiert für eine vollständig geladene Leadr ca. 20 Stunden Betriebszeit.

Der für einen Sniper-Modus oder Push-to-Talk nutzbare Clutch-Knopf der Razer Basilisk kollidiert dank zwei verschieden langer Metallschalter nicht mit der Daumenspitze.

Zur Ausstattung der drahtlosen MSI Clutch GM70 gehören zwei Seitenteilpärchen mit unterschiedlich großen Ablagen für den Daumen/Ringfinger sowie eine zweite Oberschale.

Die Tastatur und die Maus sind der verlängerte Arm des Nutzers und somit die Haupteingabegeräte des PCs. Dabei ist eine nahezu latenzfreie Reaktion des Maussensors, der jede noch so kleine Bewegung des Spielers direkt und präzise umsetzt, das wichtigste Kaufkriterium. Da sich schnurlose Modelle als voll spielertauglich erwiesen haben, empfehlen wir mit der Roccat Leadr und der MSI Clutch GM70 gleich zwei Drahtlos-Nager. Unsere Tastatur-Kaufempfehlungen sind alle mit mechanischen Tastenschaltern ausgestattet, die RGB beleuchtet sind und sich dank ihres konstant gleichen Hubwegs und ihrer Betätigungskraft optimal für das Spielen am PC eignen. Eine Makrofunktion (mit Direktaufzeichnung) sowie eine Profilverwaltung gehören ebenfalls zur Pflichtausstattung einer Gaming-Tastatur.

Roccat Leadr: Drahtloses Maus-Flaggschiff mit Top-Ausstattung. Roccats „drahtlose Tyan" glänzt durch ihre sehr gute Ausstattung. Dazu gehören sechs frei programmierbare und gut erreichbare Tasten (siehe Bild links), die mit Makros belegt werden können. Für die Tastenkombis sowie fünf Profile steht ein 512 kB großer Speicher bereit. Hier werden auch die Einstellungen für die RGB-Beleuchtung von Mausrad und Logo geparkt. Für die Lichtspielereien stehen in der Swarm-Software neben den RGB-Effekten auch eine Ladestandsanzeige der Kombination aus Empfänger und Ladestation bereit. Zum weiteren Sonderzubehör gehören der für die Easy-Shift-Funktion nutzbare Knopf am unteren Ende der Daumenablage, der Haifischflossenschalter, der 2-Wege-Schubregler, 1.000 Hz Polling Rate sowie die ARM-CPU. Zur sehr guten Ergonomie der Spielermaus kommen knackige direkte Tastendruckpunkte. Bei der Abtastung leistet sich der Owl-Eye-Sensor (IR-LED) keine Aussetzer und sorgt dafür, dass die Leadr auch bei maximalen 12.000 Dpi direkt reagiert und optimal kontrollierbar bleibt.

Razer Basilisk: Ergonomische, günstige Maus für Shooter-Fans mit nützlichen Extras. Razer hat die Basilisk mit Fokus auf den FPS-Spieler entwickelt. Um diesem die mit dem optischen 5G-Sensor (16.000 Dpi) bestückte Rechtshändermaus schmackhaft zu machen, spendiert Razer der Basilisk mit dem stufenlos verstellbaren Mausradwiderstand und dem als Clutch bezeichneten Schalter (siehe Bild links) zwei Shooter-taugliche Extras. Neben den sechs frei programmierbaren Tasten befindet sich am Mausboden eine weitere Taste, mit der man zwischen den fünf gespeicherten Profilen umschalten kann. Der Speicher nimmt zusätzlich die festgelegten Dpi-Stufen, Makros und die Beleuchtungseinstellungen auf. In der anwenderfreundlichen Synapse-3-Beta-Software stehen für die RGB-Beleuchtung von Mausrad und Logo sieben vorgefertigte Lichteffekte sowie ein individueller Farbwahlmodus bereit. Mit 127 mm Länge und 75 mm Breite ist die Basilisk für normalgroße Hände konzipiert, trotzdem liegt sie auch ergonomisch in einer großen Spielerhand mit langen Fingern. Palm-Grip-Spieler profitieren von der gummierten Partie am rechten Seitenteil sowie von der griffigen Gummistruktur in der Daumenablage. Der per Infrarot-LED abtastende 5G-Sensor reagiert präzise und setzt auch sehr schnelle Richtungsänderungen unmittelbar und ohne Verzögerung um.

MSI Clutch GM70: Drahtlose Gamer-Maus mit anpassbarer Ergonomie und viel Zubehör. Die wichtigsten Ausstattungsmerkmale der MSI Clutch GM70 sind der drahtlose Betrieb per USB-Dongle, die zwei Seitenteilpärchen mit unterschiedlich großen Ablagen für den Daumen/Ringfinger sowie eine zweite Oberschale, deren Heck etwas kürzer und flacher ausfällt. Die Anbauteile docken magnetisch am Metallchassis/Heck an und ermöglichen eine an die Form und Größe der Hand sowie den Griffstil angepasste Ergonomie. Ein weiteres Highlight der Clutch GM70 ist ihre RGB-Beleuchtung, die per Mystic-Light-Software mit den Lichtspielereien anderer MSI-Hardware gekoppelt werden kann. Die individuelle Farbgebung der vier Lichtspender sowie des Hecklogos lässt sich sehr einfach auch mit dem MSI Gaming Center einrichten. Hier findet man außerdem die Optionen zum Einstellen der vier Dpi-Stufen, des Angle Snappings, der Lift-off-Distanz und der Polling Rate von 3.000 Hz (1.000 Hz bei drahtlosem Betrieb). Mit den modularen Seitenteilen und

Oberschalen lässt sich die Ergonomie der MSI Clutch GM70 sehr gut anpassen. Für den perfekten Palm Grip ist die Oberschale jedoch zu stark gewölbt, während dem Claw-Grip-Spieler die nicht gummierten Innenteile der Seitenflächen auf Dauer zu rutschig werden. In puncto Sensorleistung gibt sich der per Infrarot-LED abtastende Pixart PMW 3330 keine Blöße und reagiert auch bei 18.000 Dpi, die vermutlich per ARM-CPU interpoliert werden, präzise und verzögerungsfrei (Lift-off-Distanz: 1,2 mm).

Corsair K95 RGB Platinum: Top ausgestattetes, ergonomisches Gamer-Keyboard mit flotten Schaltern. Die Ausstattung, die Corsair seinem Mechanik-Flaggschiff mit auf den Weg gibt, ist sehr gut. Bei der K95 RGB Platinum stehen nicht nur sechs separate Makrotasten zur Verfügung, sondern auch fünf Mediatasten und eine Lautstärkewalze, wodurch auch die nicht doppelt belegten F-Tasten für die Makroprogrammierung nutzbar sind. Die Tastenkombis können wie die elf Effekte und selbst erstellten Beleuchtungsprofile in einem der drei, per Taste aufrufbaren Profile gespeichert werden und sind sogar ohne die bei der Beleuchtungsprogrammierung etwas umständliche Software abrufbar. Dank der gummierten und ausreichend großen Handballenablage bietet Corsairs K95 RGB Platinum eine optimale Ergonomie. Obwohl sich die G-Tasten nah am Haupttastenfeld befinden, kommt es dank der auf dem Chassis mit Aluminiumoberfläche freistehenden Tastenschalter nicht zu Fehlgriffen. Mit einem auf 1,2 mm verkürzten Auslöseweg ermöglichen Cherrys MX-Speed-RGB-Schalter dem Spieler eine sehr schnelle Reaktion und Mehrfachbetätigung. Vielschreiber müssen sich dagegen anfangs an den frühen Auslösepunkt gewöhnen.

Coolermaster Masterkeys MK750: Ergonomischer Spielkamerad ohne Softwarezwänge. Das wichtigste Ausstattungsmerkmal der Masterkeys MK750 ist die Option, die Bedienung der umfangreichen RGB-Einzeltastenbeleuchtung sowie die Makrofunktion und Profilverwaltung ohne die anwenderfreundliche Software durchführen zu können. Zu diesem Zweck spendiert Coolermaster der rutschfesten MK750 vier separate Multimediatasten und belegt im Gegenzug die komplette F-Tastenreihe sowie die drei obersten Tasten des Mittelblocks doppelt. Hier schaltet man die elf verschiedenen Effekte durch, kann eine Beleuchtungsfarbe wählen, ruft den Demo-Modus ab oder bestimmt die LED-Farbe, die eine Taste bei Betätigung annimmt. Man findet hier aber auch die Win-Tastensperre (F9), die Aufzeichnungsfunktion für individuelle Beleuchtungsmodi (F10) sowie die Makroaufzeichnung mit Löschoption (F11/F12). Dazu kommen die softwarefreie Profilwahl per Taste sowie Einstellungen zur Laufrichtung und Geschwindigkeit der Effekte. Des Weiteren überzeugt die Masterkeys MK750 mit einem übersichtlichen Tastenlayout und einer sehr guten Ergonomie, bedingt durch die gepolsterte Handballenablage. Bei den Schaltern setzt man auf die roten, blauen oder braunen MX-RGB-Originale von Cherry. Deren Nachteil ist die fehlende Ausleuchtung des unteren Symbols auf der Tastenkappe. Dafür bieten die Taster subjektiv ein besseres Tippgefühl als die Kailh-Derivate.

Shakoon Skiller Mech SGK3: Lichtspieler mit attraktivem Preis. Mit der dritten, nun bunt beleuchteten Version der Skiller Mech zeigt Sharkoon, was bei der Ausstattung für 60 Euro alles machbar ist. USB- und Audio-Anschlüsse sowie Makro oder Multimediatasten hat die Skiller SGK3 nicht zu bieten. Dafür ist die Anzahl der ohne Software aufrufbaren RGB-Beleuchtungstricks äußerst groß. 17 Effekte können per Umschalttaste und L1 bis L6 aufgerufen werden (drei Effekte pro Taste). Dazu kommen Modifikationen wie Farbwechsel oder Geschwindigkeit sowie ein individueller Modus für jedes der drei Profile. Für das Programmieren eigener Lichttricks sowie das Aufzeichnen und Zuordnen von Makros wird die intuitiv bedienbare Software benötigt. Generell ist die Skiller mit sehr vielen doppelt belegten Tasten ausgestattet, sodass man anfangs trotz des Handbuchs die Übersicht verliert. Neben den mit Multimedia- und Office-Funktionen belegten F-Tasten gibt es viele Sonderfunktionen, beispielsweise den Wechsel von NKRO auf 6KRO. Da Sharkoon bei der Skiller SGK3 auf eine Handballenablage verzichtet, ist die Ergonomie nur gut, das Tastenlayout ist für Schreibarbeiten übersichtlich. Bei den Schaltern haben Sie die Wahl zwischen Kailhs roten, braunen oder blauen RGB-Modellen, die subjektiv wahrgenommen etwas klappriger als die Cherry-MX-Pendants klingen. *(fs)*

Corsairs K95 RGB Platinum ist dank Handballenablage sehr ergonomisch und mit Cherrys MX-Speed-Tasten bestückt. Deren Auslöseweg wurde von 2,0 mm auf 1,2 mm verkürzt.

Die Ausstattung der Masterkeys MK750 ist mehr als gut. Zur softwarefreien Bedienung kommen eine Handballenablage, Extra-Tastenkappen und Kabelkanäle auf der Unterseite.

Sharkoons Skiller SGK3 bietet sehr viele softwarefreie Beleuchtungstricks. 17 Effekte sind abrufbar (drei pro Taste). Dazu kommt ein individueller Modus für jedes der drei Profile.

Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 14.03.2018

PREIS-LEISTUNGS-TIPP SPAR-TIPP

Neue Noten seit dieser Ausgabe auf Basis des neuen Leistungsindex!*

Nvidia Geforce	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in PCGH	PCGH-Preisvergleich
MSI GTX 1080 Ti Gaming X 11G	€ 1.040,-	11.264 MiB	1.810+/1.377 MHz	15/280/283 Watt	27,8/4,5 cm	2× 8-Pol	0,0/1,9/1,9 Sone	1,73	06/2017	www.pcgh.de/preis/1599330
Gigabyte GTX 1080 Ti Aorus Xtr. Ed.	€ 1.100,-	11.264 MiB	1.747+/1.404 MHz	18/251/252 Watt	29,3/5,5 cm	2× 8-Pol	0,0/1,7/1,8 Sone	1,74	06/2017	www.pcgh.de/preis/1598560
Asus GTX 1080 Ti Strix O11G	€ 1.080,-	11.264 MiB	1.823+/1.377 MHz	16/276/277 Watt	30,0/4,6 cm	2× 8-Pol	0,0/2,2/2,2 Sone	1,74	06/2017	www.pcgh.de/preis/1587607
Inno 3D GTX 1080 Ti iChill X3 Ultra	€ 1.020,-	11.264 MiB	1.835+/1.426 MHz	14/272/273 Watt	30,2/4,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,8/1,8 Sone	1,75	06/2017	www.pcgh.de/preis/1591589
Zotac GTX 1080 Ti AMP! Extreme	€ 1.100,-	11.264 MiB	1.898+/1.400 MHz	16/319/326 Watt	31,0/5,3 cm	2× 8-Pol	0,0/3,6/3,6 Sone	1,76	06/2017	www.pcgh.de/preis/1593440
EVGA GTX 1080 Ti FTW3 Gaming	€ 1.070,-	11.264 MiB	1.823+/1.377 MHz	16/290/290 Watt	30,1/3,5 cm	2× 8-Pol	0,0/2,6/3,5 Sone	1,77	08/2017	www.pcgh.de/preis/1595665
KFA2 GTX 1080 Ti EXOC	€ 1.000,-	11.264 MiB	1.709+/1.377 MHz	13/253/254 Watt	27,8/3,4 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,4/1,5 Sone	1,83	08/2017	www.pcgh.de/preis/1602039
Palit GTX 1080 Ti Super Jetstream	€ 1.000,-	11.264 MiB	1.709+/1.377 MHz	16/252/255 Watt	28,5/5,3 cm	2× 8-Pol	0,0/1,9/1,9 Sone	1,84	08/2017	www.pcgh.de/preis/1599327
MSI GTX 1080 Ti Armor OC 11G	€ 950,-	11.264 MiB	1.797+/1.377 MHz	14/282/283 Watt	27,8/3,5 cm	2× 8-Pol	0,0/4,0/4,0 Sone	1,85	08/2017	www.pcgh.de/preis/1599331
Zotac GTX 1080 Ti Mini	€ 890,-	11.264 MiB	1.709+/1.377 MHz	14/252/255 Watt	21,1/3,5 cm	2× 8-Pol	1,6/4,0/4,0 Sone	1,88	11/2017	www.pcgh.de/preis/1638562
Zotac GTX 1080 AMP! Extreme	€ 800,-	8.192 MiB	1.987+/1.350 MHz	10/259/275 Watt	31,2/5,0 cm	2× 8-Pol	0,0/1,7/1,9 Sone	2,12	08/2016	www.pcgh.de/preis/1449220
Gainward GTX 1080 Phoenix GLH	€ 780,-	8.192 MiB	1.911+/1.315 MHz	8/219/220 Watt	28,5/5,2 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,5/1,5 Sone	2,13	08/2016	www.pcgh.de/preis/1456253
Palit GTX 1080 Game Rock Prem.	€ 760,-	8.192 MiB	1.911+/1.315 MHz	8/220/220 Watt	28,5/5,2 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,5/1,5 Sone	2,15	08/2016	www.pcgh.de/preis/1449283
EVGA GTX 1080 FTW ACX 3.0	€ 790,-	8.192 MiB	1.936+/1.251 MHz	12/237/247 Watt	27,3/3,5 cm	2× 8-Pol	0,0/2,4/2,4 Sone	2,16	08/2016	www.pcgh.de/preis/1449255
MSI GTX 1080 Gaming X 8G	€ 750,-	8.192 MiB	1.886+/1.251 MHz	13/235/245 Watt	27,7/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/2,3/2,3 Sone	2,19	08/2016	www.pcgh.de/preis/1449271
Asus GTX 1070 Ti Strix Advanced	€ 680,-	8.192 MiB	1.797+/4.007 MHz	8/171/180 Watt	30,0/4,6 cm	1× 8-Pol	0,0/0,8/0,9 Sone	2,22	01/2018	www.pcgh.de/preis/1717551
EVGA GTX 1070 Ti FTW2 Gaming	€ 760,-	8.192 MiB	1.886+/4.007 MHz	13/199/200 Watt	27,3/3,5 cm	2× 8-Pol	0,0/1,8/2,2 Sone	2,23	01/2018	www.pcgh.de/preis/1717574
Palit GTX 1070 Ti Super Jetstream	€ 760,-	8.192 MiB	1.949+/4.007 MHz	10/230/230 Watt	28,5/5,2 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,6/1,6 Sone	2,25	01/2018	www.pcgh.de/preis/1717576
MSI GTX 1070 Ti Gaming 8G	€ 770,-	8.192 MiB	1.721+/4.007 MHz	12/183/185 Watt	27,7/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,0/1,0 Sone	2,27	01/2018	www.pcgh.de/preis/1717555
Zotac GTX 1070 AMP! Extreme	€ 630,-	8.192 MiB	1.987+/4.104 MHz	12/219/253 Watt	31,1/5,0 cm	2× 8-Pol	0,0/1,6/1,9 Sone	2,29	09/2016	www.pcgh.de/preis/1456755
Zotac GTX 1070 Ti AMP! Extreme	€ 740,-	8.192 MiB	1.987+/4.104 MHz	16/246/248 Watt	31,1/5,0 cm	2× 8-Pol	1,3/2,8/2,8 Sone	2,32	01/2018	www.pcgh.de/preis/1717563
Asus GTX 1070 Strix O8G	€ 670,-	8.192 MiB	1.911+/4.007 MHz	8/166/167 Watt	29,9/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/1,8/1,8 Sone	2,34	08/2016	www.pcgh.de/preis/1450613
MSI GTX 1070 Gaming X 8G	€ 640,-	8.192 MiB	1.924+/4.007 MHz	11/208/208 Watt	27,7/3,5 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,4/1,4 Sone	2,35	08/2016	www.pcgh.de/preis/1456552
Asus GTX 1060 Strix O6G	€ 460,-	6.144 MiB	1.987+/4.104 MHz	8/145/145 Watt	30,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,4/2,4 Sone	2,61	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478721
MSI GTX 1060 Gaming X 6G	€ 400,-	6.144 MiB	1.949+/4.007 MHz	8/146/146 Watt	27,7/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/0,7/0,7 Sone	2,63	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478791
Zotac GTX 1060 AMP!	€ 380,-	6.144 MiB	1.848+/4.007 MHz	9/121/123 Watt	21,1/3,4 cm	1× 8-Pol	0,0/1,0/1,0 Sone	2,66	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478147
Gigabyte GTX 1060 G1 Gaming	€ 420,-	6.144 MiB	1.962+/4.007 MHz	9/153/153 Watt	27,9/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,4/2,4 Sone	2,67	10/2016	www.pcgh.de/preis/1479045
Gainward GTX 1060 Phoenix GS	€ 400,-	6.144 MiB	1.860+/4.007 MHz	6/124/125 Watt	24,6/4,8 cm	1× 6-Pol	0,0/1,4/1,4 Sone	2,68	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478764
Palit GTX 1060 Super Jetstream	€ 390,-	6.144 MiB	1.860+/4.007 MHz	6/123/125 Watt	24,8/4,8 cm	1× 6-Pol	0,0/1,3/1,3 Sone	2,70	10/2016	www.pcgh.de/preis/1478641
EVGA GTX 1060 SC Gaming	€ 360,-	6.144 MiB	1.898+/4.007 MHz	6/122/125 Watt	18,2/3,5 cm	1× 6-Pol	0,0/2,5/2,5 Sone	2,73	10/2016	www.pcgh.de/preis/1479077
EVGA GTX 1050 Ti SC Gaming	€ 230,-	4.096 MiB	1.557+/3.504 MHz	6/56/59 Watt	15,2/3,5 cm	-	0,2/0,4/0,4 Sone	3,36	01/2017	www.pcgh.de/preis/1525248
Asus GTX 1050 Expedition	€ 125,-	2.048 MiB	1.493+/3.504 MHz	6/55/55 Watt	21,1/3,5 cm	-	0,0/0,5/0,5 Sone	3,52	01/2017	www.pcgh.de/preis/1525209
AMD Radeon	**Circa-Preis**	**Grafik-speicher**	**3D-Taktung (GPU-Boost/RAM)**	**Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)**	**Länge/ (Slot-)Breite**	**Benötigte Stromstecker**	**Lautheit (2D/3D/Ernstfall)**	**Wertung**	**Test in PCGH**	**PCGH-Preisvergleich**
AMD RX Vega 64 LCE **	€ 1.000,-	8.192 MiB	1.520+/945 MHz	19/355/357 Watt	27,2/3,5 cm	2× 8-Pol	0,3/1,8/1,9 Sone	2,25	12/2017	www.pcgh.de/preis/1664784
Sapphire RX Vega 64 Nitro+ Ltd. Ed.	-	8.192 MiB	1.460+/945 MHz	18/326/326 Watt	31,0/4,8 cm	3× (!) 8-Pol	0,0/2,8/2,8 Sone	2,27	03/2018	Nicht mehr lieferbar
Asus RX Vega 64 Strix O8G	€ 980,-	8.192 MiB	1.430+/945 MHz	12/318/318 Watt	30,0/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/2,2/2,2 Sone	2,28	03/2018	www.pcgh.de/preis/1664657
Asus RX Vega 56 Strix O8G	€ 770,-	8.192 MiB	1.430+/800 MHz	11/311/313 Watt	30,0/4,7 cm	2× 8-Pol	0,0/2,0/2,0 Sone	2,35	03/2018	www.pcgh.de/preis/1742116
Powercolor RX Vega 64 Red Devil	€ 880,-	8.192 MiB	1.430+/945 MHz	14/328/328 Watt	30,3/5,3 cm	2× 8-Pol	0,0/4,8/4,8 Sone	2,36	03/2018	www.pcgh.de/preis/1735120
AMD RX Vega 64 (Air) **	-	8.192 MiB	1.370+/945 MHz	15/289/290 Watt	26,7/3,5 cm	2× 8-Pol	0,2/4,9/4,9 Sone	2,41	10/2017	Nicht mehr lieferbar
Powercolor RX Vega 56 Red Devil	€ 770,-	8.192 MiB	1.480+/800 MHz	15/329/329 Watt	30,3/5,3 cm	2× 8-Pol	0,0/4,6/4,6 Sone	2,41	03/2018	www.pcgh.de/preis/1735174
AMD RX Vega 56 **	-	8.192 MiB	1.250+/800 MHz	15/216/218 Watt	26,7/3,5 cm	2× 8-Pol	0,2/4,9/4,9 Sone	2,51	10/2017	Nicht mehr lieferbar
Powercolor RX 580 Red Devil GS	€ 470,-	8.192 MiB	1.420+/4.000 MHz	13/240/246 Watt	24,1/5,1 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,9/2,5 Sone	2,72	07/2017	www.pcgh.de/preis/1609947
Gigabyte RX 580 Aorus XTR 8G	-	8.192 MiB	1.410+/4.000 MHz	18/268/269 Watt	27,6/5,4 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/2,1/2,1 Sone	2,73	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610162
MSI RX 580 Gaming X 8G	€ 460,-	8.192 MiB	1.320+/4.000 MHz	16/205/210 Watt	27,5/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,0/2,3 Sone	2,74	07/2017	www.pcgh.de/preis/1609960
Asus RX 580 Strix TOP (T8G)	€ 500,-	8.192 MiB	1.405+/4.000 MHz	14/222/226 Watt	30,0/4,5 cm	1× 8-Pol	0,0/3,5/3,5 Sone	2,75	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610032
Sapphire RX 480 Nitro+ OC 8GB	-	8.192 MiB	1.300+/4.000 MHz	14/215/230 Watt	24,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/5,4/6,6 Sone	2,76	10/2016	Nicht mehr lieferbar
Sapphire RX 570 Nitro+ 8GD5	€ 430,-	8.192 MiB	1.320+/3.500 MHz	15/202/221 Watt	26,0/3,8 cm	1× 8-/1× 6-Pol	0,0/1,0/1,7 Sone	2,76	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610158
Powercolor RX 480 Red Devil	-	8.192 MiB	1.190+/4.000 MHz	18/199/200 Watt	30,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,3/2,3 Sone	2,77	10/2016	Nicht mehr lieferbar
Sapphire RX 480 Nitro+ 4D5 OC	-	4.096 MiB	1.306/3.500 MHz	14/207/220 Watt	24,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/4,2/5,0 Sone	2,83	10/2016	Nicht mehr lieferbar
Sapphire RX 470 Nitro+ 4D5 OC	-	4.096 MiB	1.220+/3.500 MHz	15/195/209 Watt	24,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,5/2,7 Sone	2,86	01/2017	Nicht mehr lieferbar
Asus RX 580 Dual O4G	€ 380,-	4.096 MiB	1.260+/3.500 MHz	14/181/185 Watt	24,1/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/4,1/4,1 Sone	2,92	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610054
Powercolor RX 570 Red Devil	€ 390,-	4.096 MiB	1.320/3.500 MHz	13/225/260 Watt	30,0/3,5 cm	1× 8-Pol	0,0/2,7/5,2 Sone	2,97	07/2017	www.pcgh.de/preis/1609990
Sapphire RX 570 Pulse ITX	€ 400,-	4.096 MiB	1.130+/3.500 MHz	13/144/147 Watt	17,0/3,5 cm	1× 6-Pol	0,0/0,9/1,2 Sone	2,98	07/2017	www.pcgh.de/preis/1610160
Asus RX 460 Strix O4G	-	4.096 MiB	1.225+/3.500 MHz	9/98/105 Watt	19,5/3,5 cm	1× 6-Pol	0,0/1,6/1,6 Sone	3,55	01/2017	Nicht mehr lieferbar

* Wegen des anhaltenden Mining-Booms sind viele Modelle nur zu stark überhöhten Preisen oder gar nicht lieferbar. ** Beliebige Referenzkarte, bis auf die Beigaben sind alle gleich. Sapphire: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version getestet.

CORSAIR

/corsair

HYDRO SERIES

AUFFÄLLIG LEISE!

H150i PRO RGB H115i PRO RGB

> **DYNAMISCHE MEHRFARBIGE RGB-BELEUCHTUNG**
Ermöglicht lebendige Lichteffekte, die auf Ihr System abgestimmt sind.

> **AUSGESTATTET MIT MAGNETSCHWEBETECHNIK**
Leise CORSAIR ML Series PWM-Lüfter mit Magnetschwebetechnik.

> **LEISTUNGSSTARKE CORSAIR LINK-SOFTWARE**
Anpassung der RGB-Beleuchtung, der Lüftergeschwindigkeiten und der Pumpengeschwindigkeit bei zeitgleicher Temperaturüberwachung.

> **ZERO-RPM-MODUS**
Erlaubt Lüfter bei geringen Temperaturen komplett anzuhalten, um so die Lüftergeräusche zu eliminieren.

> **PRÄZISE PUMPENSTEUERUNG**
Um die Leistung zu maximieren oder die Geräuschentwicklung zu minimieren.

> **EINFACHE INSTALLATION**
Modulare, werkzeuglose Halterung für eine schnelle und einfache Installation.

Erhältlich mit 280-mm-Radiator (H115i PRO RGB) oder 360-mm-Radiator (H150i PRO RGB).

Techtest.org Sehr Gut (92%) ★★★★★ | Hardware Journal Empfehlung | EXCELLENT HARDWARE HARDWARELUXX | EXCELLENT HARDWARE TweakPC.de | Empfehlung CORSAIR H115i PRO Allround-PC 01/2018 | GOLD OCAholic

MEHR ERFAHREN UNTER **CORSAIR.COM**

Einkaufsführer Prozessoren & RAM

Preise: Stand 14.03.2018

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

Prozessoren (Auswahl bereits getesteter Modelle)

AMD-Prozessoren	Preis	Leistung*	Stromverbrauch**	Kerne	Grafik	Basis-Takt	Prozess	RAM (max.)	Sockel	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
AMD Ryzen TR 1950X	Ca. € 850,-	73,8 %/91,6 %	52/335/286/255	16c/32t	-	3,4 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	TR4	1,94	10/2017	www.pcgh.de/preis/1664849
AMD Ryzen TR 1920X	Ca. € 640,-	72,4 %/81,6 %	52/326/279/246	12c/24t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	TR4	2,08	10/2017	www.pcgh.de/preis/1664904
AMD Ryzen 7 1800X	Ca. € 300,-	75,7 %/65,6 %	28/326/264/182	8c/16t	-	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,10	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582191
AMD Ryzen 7 1700X	Ca. € 270,-	72,9 %/62,3 %	28/315/256/169	8c/16t	-	3,4 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,17	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582190
AMD Ryzen TR 1900X	Ca. € 370,-	73,4 %/67,8 %	51/344/289/238	8c/16t	-	3,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	TR4	2,24	11/2017	www.pcgh.de/preis/1681714
AMD Ryzen 7 1700	Ca. € 260,-	69,9 %/58,0 %	28/296/244/157	8c/16t	-	3,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,25	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582201
AMD Ryzen 5 1600X	Ca. € 180,-	74,2 %/54,3 %	28/317/261/166	6c/12t	-	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,25	06/2017	www.pcgh.de/preis/1604881
AMD Ryzen 5 1600	Ca. € 160,-	70,7 %/50,8 %	30/303/252/149	6c/12t	-	3,2 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,35	07/2017	www.pcgh.de/preis/1604879
AMD Ryzen 5 1500X	Ca. € 145,-	66,8 %/40,5 %	28/275/244/137	4c/8t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,54	06/2017	www.pcgh.de/preis/1604878
AMD Ryzen 5 1400	Ca. € 130,-	58,7 %/35,3 %	29/258/232/126	4c/8t	-	3,2 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,75	07/2017	www.pcgh.de/preis/1604876
AMD Ryzen 3 1300X	Ca. € 110,-	55,0 %/30,6 %	29/246/231/132	4c/4t	-	3,4 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	2,90	10/2017	www.pcgh.de/preis/1663154
AMD Ryzen 3 1200	Ca. € 85,-	49,6 %/27,0 %	29/230/218/117	4c/4t	-	3,1 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	AM4	3,02	10/2017	www.pcgh.de/preis/1663145
AMD FX-9590	Ca. € 160,-	56,0 %/36,7 %	40/441/383/309	4m/8t	-	4,7 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	3,13	03/2016	www.pcgh.de/preis/973468
Intel-Prozessoren	**Preis**	**Leistung***	**Stromverbrauch****	**Kerne**	**Grafik**	**Basis-Takt**	**Prozess**	**RAM (max.)**	**Sockel**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Intel Core i9-7960X	Ca. € 1.400,-	92,3 %/99,6 %	34/396/309/254	16c/32t	-	2,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,50	12/2017	www.pcgh.de/preis/1638801
Intel Core i9-7980XE	Ca. € 1.700,-	87,8 %/100 %	34/373/296/248	18c/36t	-	2,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,56	12/2017	www.pcgh.de/preis/1638806
Intel Core i7-8700K	Ca. € 315,-	100 %/66,3 %	19/392/284/181	6c/12t	UHD 630	3,7 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	1,59	12/2017	www.pcgh.de/preis/1685281
Intel Core i9-7900X	Ca. € 870,-	91,6 %/86,1 %	31/396/294/231	10c/20t	-	3,3 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,64	08/2017	www.pcgh.de/preis/1632795
Intel Core i7-7820X	Ca. € 520,-	89,0 %/77,8 %	31/378/292/201	8c/16t	-	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,77	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632796
Intel Core i5-8600K	Ca. € 215,-	94,6 %/53,2 %	19/325/267/158	6c/6t	UHD 630	3,6 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	1,81	12/2017	www.pcgh.de/preis/1697344
Intel Core i7-6950X	Ca. € 1.390,-	94,3 %/77,1 %	50/370/288/184	10c/20t	-	3,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	2011-3	1,83	07/2016	www.pcgh.de/preis/1394456
Intel Core i7-7740X	Ca. € 280,-	98,1 %/52,5 %	18/315/269/148	4c/8t	-	4,3 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	2066	1,85	08/2017	www.pcgh.de/preis/1632798
Intel Core i7-7700K	Ca. € 280,-	92,5 %/50,8 %	19/320/273/145	4c/8t	HD 630	4,2 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	1151	1,87	02/2017	www.pcgh.de/preis/1551097
Intel Core i7-6900K	Ca. € 820,-	91,3 %/70,7 %	50/349/291/186	8c/16t	-	3,2 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	2011-3	1,99	07/2016	www.pcgh.de/preis/1394462
Intel Core i7-6700K	Ca. € 310,-	86,1 %/47,2 %	21/302/256/126	4c/8t	HD 530	4,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2133	1151	2,01	03/2016	www.pcgh.de/preis/1290371
Intel Core i7-7800X	Ca. € 330,-	84,2 %/61,1 %	31/345/280/177	6c/12t	-	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	2066	2,04	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632797
Intel Core i7-5775C	N. verfügbar	90,1 %/43,2 %	19/287/252/120	4c/8t	Iris Pro 6200	3,3 GHz + Turbo	14 nm	DDR3(L)-1600	1150	2,06	03/2016	www.pcgh.de/preis/1275291
Intel Core i5-8400	Ca. € 165,-	91,6 %/49,9 %	19/294/255/135	6c/6t	UHD 630	2,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2667	1151 v2	2,12	12/2017	www.pcgh.de/preis/1699930
Intel Core i7-6800K	Ca. € 300,-	84,2 %/55,1 %	49/344/282/170	6c/12t	-	3,4 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	2011-3	2,30	08/2016	www.pcgh.de/preis/1394467
Intel Core i3-8350K	Ca. € 160,-	76,7 %/38,5 %	17/261/242/113	4c/4t	UHD 630	4,0 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151 v2	2,27	12/2017	www.pcgh.de/preis/1697354
Intel Core i5-7600K	Ca. € 195,-	72,3 %/37,9 %	19/262/236/112	4c/4t	HD 630	3,8 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	1151	2,36	02/2017	www.pcgh.de/preis/1551201
Intel Core i3-8100	Ca. € 100,-	68,4 %/34,6 %	17/245/221/99	4c/4t	UHD 630	3,6 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151 v2	2,63	02/2018	www.pcgh.de/preis/1699931
Intel Core i5-7500	Ca. € 170,-	67,9 %/34,3 %	18/242/224/99	4c/4t	HD 630	3,4 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2400	1151	2,69	04/2017	www.pcgh.de/preis/1554205
Intel Core i3-7350K	Ca. € 155,-	61,7 %/26,9 %	19/230/218/108	2c/4t	HD 630	4,2 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151	2,70	03/2017	www.pcgh.de/preis/1557508
Intel Core i3-6100	Ca. € 95,-	53,9 %/23,5 %	21/221/208/94	2c/4t	HD 530	3,7 GHz	14 nm	DDR4-2133	1151	3,09	-***	www.pcgh.de/preis/1329935
Intel Pentium G4560	Ca. € 50,-	51,8 %/21,4 %	19/210/201/99	2c/4t	HD 610	3,5 GHz	14 nm	DDR4-2400	1151	3,28	03/2017	www.pcgh.de/preis/1558362

* Normierte, gewichtete Leistung in Spielen/Anwendungen ** Gesamtes System in Watt (Leerlauf ohne Grafikkarte/Crysis 3/Ø Spiele/Ø Anwendungen) *** Nachgetestet ohne Heftartikel

Arbeitsspeicher

DDR3	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau***	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Kingston Hyper X Savage	HX321C11SRK2/16	Ca. € 160,-	2 × 8 GiByte DDR3-2133	11-12-12-30	Dual-Rank	3,4 cm	1,60 Volt	2,47	06/2015	www.pcgh.de/preis/1160242
Ballistix Tactical	BLT2CP8G3D1869DT1TX0EU	Ca. € 150,-	2 × 8 GiByte DDR3-1866	9-9-9-27	Dual-Rank	3,6 cm	1,50 Volt	2,52	08/2014	www.pcgh.de/preis/1037301
G.Skill Trident X	F3-2400C10D-16GTX	Ca. € 155,-	2 × 8 GiByte DDR3-2400	10-12-12-31	Dual Rank	5,4 cm	1,65 Volt	2,54	09/2013	www.pcgh.de/preis/764621
G.Skill Ares	F3-1866C10D-16GAB	Ca. € 135,-	2 × 8 GiByte DDR3-1866	10-11-10-30	Dual Rank	3,3 cm	1,50 Volt	2,58	06/2015	www.pcgh.de/preis/734632
DDR4	**Produktnummer**	**Preis**	**Speichertyp**	**Latenzen**	**Aufbau*** **	**Höhe**	**Spannung**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
G.Skill Trident Z	F4-3600C16D-16GTZKW	Ca. € 260,-	2 × 8 GiByte DDR4-3600	16-16-16-36	Single-Rank	4,4 cm	1,35 Volt	1,72	07/2017	www.pcgh.de/preis/1505578
Teamgroup T-Force Xtreem	TXGD416G4000HC18EDC01	Ca. € 250,-	2 × 8 GiByte DDR4-4000	18-20-20-44	Single-Rank	4,8 cm	1,35 Volt	1,76	07/2017	www.pcgh.de/preis/1593250*
Corsair Vengeance LPX	CMK32GX4M4B3600C18	Ca. € 440,-	4 × 8 GiByte DDR4-3600	18-19-19-39	Single-Rank	3,5 cm	1,35 Volt	1,89	12/2016	www.pcgh.de/preis/1379074
G.Skill Flare X	F4-3200C14D-16GFX	Ca. € 220,-	2 × 8 GiByte DDR4-3200	14-14-14-34	Single-Rank	4,0 cm	1,35 Volt	1,93	07/2017	www.pcgh.de/preis/1590064
G.Skill Trident Z	F4-3200C14Q-32GTZKW	Ca. € 440,-	4 × 8 GiByte DDR4-3200	14-14-14-34	Single-Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,06	12/2016	www.pcgh.de/preis/1383384**
Corsair Vengeance LED	CMU32GX4M4C3200C16R	Ca. € 410,-	4 × 8 GiByte DDR4-3200	16-18-18-36	Dual-Rank	5,0 cm	1,35 Volt	2,10	12/2016	www.pcgh.de/preis/1468728
G.Skill Trident Z RGB	F4-3200C16Q-32GTZR	Ca. € 400,-	4 × 8 GiByte DDR4-3200	16-18-18-38	Single-Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,14	07/2017	www.pcgh.de/preis/1564347
Ballistix Elite	BLE4C4G4D32AEEA	N. verfügbar	4 × 4 GiByte DDR4-3200	16-18-18-36	Single-Rank	4,1 cm	1,35 Volt	2,23	12/2016	www.pcgh.de/preis/1464325
Ballistix Tactical	BLT2C8G4D30AETA	Ca. € 190,-	2 × 8 GiByte DDR4-3000	15-16-16-35	Dual-Rank	3,8 cm	1,35 Volt	2,29	07/2017	www.pcgh.de/preis/1464309
Corsair Vengeance LED	CMU32GX4M2C3200C16B	Ca. € 370,-	2 × 16 GiByte DDR4-3200	16-18-18-36	Dual-Rank	5,0 cm	1,35 Volt	2,33	12/2016	www.pcgh.de/preis/1512560
Corsair Vengeance RGB	CMR32GX4M4C3000C15	Ca. € 400,-	4 × 8 GiByte DDR4-3000	15-17-17-35	Single Rank	5,0 cm	1,35 Volt	2,43	07/2017	www.pcgh.de/preis/1595337
G.Skill Trident Z	F4-3200C16D-16GTZ	Ca. € 190,-	2 × 8 GiByte DDR4-3200	16-16-16-36	Dual Rank	4,4 cm	1,35 Volt	2,48	04/2016	www.pcgh.de/preis/1345305

System DDR3: Core i7-4770K, Asus Maximus VI Extreme, Zotac Geforce GT 640; Windows 7 64 Bit SP1, HCI Memtest Pro *** Aufbau von den meisten Herstellern nicht garantiert, ggf. Abweichungen möglich

System DDR4: Core i5-6600K/i7-6700K, Asus Maximus VIII Extreme/Ranger bzw. Maximus IX Code, MSI Geforce GTX 980 Ti Lightning; Windows 10 64 Bit, HCI Memtest Pro * Silberne Version ** Silber-rote Version

Einkaufsführer Kühlung

Preise: Stand 14.03.2018

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

Lüfter

120-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100 %	Kühlleistung*	Lautheit*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noctua NF-F12 PWM	Ca. € 18,-	4-Pin PWM/53 cm	Spannungs-Adapter	1.500 U/min	10,2/13,4/18,6 Kelvin	1,9/0,4/0,1 Sone	2,25	12/2016	www.pcgh.de/preis/698532
Blacknoise Eloop B12-PS	Ca. € 18,-	4-Pin PWM/75 cm	–	1.500 U/min	10,9/14,1/19,0 Kelvin	0,8/0,2/0,1 Sone	2,47	12/2016	www.pcgh.de/preis/820091
Scythe Glide Stream 120 PWM	Ca. € 9,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.300 U/min	10,3/12,2/17,5 Kelvin	1,5/0,6/0,1 Sone	2,50	12/2016	www.pcgh.de/preis/837136
Be Quiet Silent Wings 3 PWM	Ca. € 18,-	4-Pin PWM**/50 cm	–	1.450 U/min	11,7/14,4/20,7 Kelvin	0,8/0,2/0,1 Sone	2,50	12/2016	www.pcgh.de/preis/1490397
Blacknoise Multiframe M12-2	Ca. € 20,-	3-Pin/44 cm	–	1.250 U/min	12,7/16,1/21,5 Kelvin	0,6/0,2/0,1 Sone	2,62	12/2016	www.pcgh.de/preis/342339
Arctic F12 PWM	Ca. € 4,-	4-Pin PWM**/39 cm	–	1.350 U/min	10,0/12,9/18,2 Kelvin	1,6/0,5/0,1 Sone	2,63	12/2016	www.pcgh.de/preis/458676
Blacknoise Black Silent Pro PL-2	Ca. € 12,-	3-Pin/75 cm	–	1.400 U/min	12,3/15,4/20,5 Kelvin	1,1/0,4/0,1 Sone	2,65	12/2016	www.pcgh.de/preis/476778
Be Quiet Silent Wings 2 PWM	Ca. € 30,-	4-Pin PWM/44 cm	–	1.500 U/min	12,2/15,2/20,8 Kelvin	1,0/0,3/0,1 Sone	2,65	12/2016	www.pcgh.de/preis/877395
Be Quiet Shadow Wings SW1	Ca. € 12,-	3-Pin/45 cm	–	2.200 U/min	8,9/11,2/15,6 Kelvin	2,8/1,0/0,2 Sone	2,76	12/2016	www.pcgh.de/preis/684033
Cooler Master Silencio FP 120 PWM	Ca. € 10,-	4-Pin PWM/44 cm	–	1.400 U/min	13,1/16,9/23,1 Kelvin	0,7/0,4/0,1 Sone	2,78	12/2016	www.pcgh.de/preis/1227673
Fractal Design Dynamic X2 GP-12	Ca. € 12,-	3-Pin/51 cm	–	1.200 U/min	12,2/15,8/21,3 Kelvin	0,8/0,2/0,1 Sone	2,81	12/2016	www.pcgh.de/preis/1497617
140-mm-Lüfter	**Preis**	**Anschluss/Kabellänge**	**Regelung**	**Drehzahl 100 %**	**Kühlleistung***	**Lautheit***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Blacknoise Eloop B14-PS	Ca. € 24,-	4-Pin PWM/75 cm	–	1.200 U/min	8,8/11,0/15,2 Kelvin	1,2/0,3/0,1 Sone	2,03	01/2016	www.pcgh.de/preis/1313838
Thermaltake Riing 14 RGB	Ca. € 24,-	4-Pin PWM/45 cm	2-stufig	1.400 U/min	9,1/11,3/16,9 Kelvin	1,6/0,7/0,1 Sone	2,27	01/2016	www.pcgh.de/preis/1348647
Noctua NF-A14 FLX	Ca. € 20,-	3-Pin/53 cm	2 Spannungs-Adapt.	1.200 U/min	9,5/12,0/16,9 Kelvin	1,2/0,4/0,1 Sone	2,27	01/2016	www.pcgh.de/preis/870798
Aerocool Dead Sil. White Ed. 140mm	Ca. € 17,-	3-Pin/50 cm	Spannungs-Adapter	1.000 U/min	10,3/12,9/18,3 Kelvin	0,7/0,3/0,1 Sone	2,33	01/2016	www.pcgh.de/preis/1058907
Blacknoise Black Silent Pro PK-2	Ca. € 16,-	3-Pin/75 cm	–	1.200 U/min	10,2/12,8/18,1 Kelvin	1,2/0,5/0,1 Sone	2,39	01/2016	www.pcgh.de/preis/476867
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	Ca. € 18,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.500 U/min	9,6/11,7/18,2 Kelvin	1,6/0,6/0,1 Sone	2,41	01/2016	www.pcgh.de/preis/1266895
Enermax T.B. Silence PWM 140 mm	Ca. € 11,-	4-Pin PWM/49 cm	–	1.200 U/min	9,2/11,8/16,0 Kelvin	1,7/0,6/0,1 Sone	2,42	01/2016	www.pcgh.de/preis/886129
Silverstone SST-FQ141	Ca. € 10,-	4-Pin PWM/29 cm	Spannungs-Adapter	1.000 U/min	10,3/12,9/17,6 Kelvin	1,1/0,4/0,1 Sone	2,42	01/2016	www.pcgh.de/preis/1170330
Be Quiet Silent Wings 2 PWM	Ca. € 30,-	4-Pin PWM/45 cm	–	1.000 U/min	11,4/15,3/21,0 Kelvin	0,5/0,1/0,1 Sone	2,44	01/2016	www.pcgh.de/preis/877396
Phanteks PH-F140SP	Ca. € 15,-	3-Pin/92 cm	–	1.200 U/min	8,9/11,5/16,2 Kelvin	1,7/0,5/0,1 Sone	2,45	01/2016	www.pcgh.de/preis/1112616
Nanoxia Cool Force	Ca. € 8,-	3-Pin/43 cm	Vorwiderstand	1.100 U/min	12,2/14,6/20,3 Kelvin	0,4/0,2/0,1 Sone	2,47	01/2016	www.pcgh.de/preis/1395404
Enermax Cluster Advance	Ca. € 13,-	4-Pin PWM/49 cm	3-stufig an Lüfternabe	1.500 U/min	8,4/10,1/14,8 Kelvin	2,8/1,4/0,3 Sone	2,65	01/2016	www.pcgh.de/preis/1186749
Akasa 14cm Apache Black	Ca. € 15,-	4-Pin PWM/40 cm	–	1.300 U/min	8,1/10,2/14,0 Kelvin	2,8/1,1/0,3 Sone	2,72	01/2016	www.pcgh.de/preis/681031
Noctua NF-A14 Industr. PPC-2000 PWM	Ca. € 23,-	4-Pin PWM/40 cm	–	2.000 U/min	6,9/8,1/11,8 Kelvin	3,8/1,9/0,5 Sone	2,75	01/2016	www.pcgh.de/preis/1115473
Be quiet Pure Wings 2 140mm	Ca. € 8,-	3-Pin/45 cm	–	1.000 U/min	11,8/15,6/21,1 Kelvin	0,6/0,2/0,1 Sone	2,88	01/2016	www.pcgh.de/preis/994425
180-mm-Lüfter	**Preis**	**Anschluss/Kabellänge**	**Regelung**	**Drehzahl 100 %**	**Kühlleistung***	**Lautheit***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Phobya G-Silent 18 rot	Ca. € 15,-	3-Pin/50 cm	-	700 U/min	7,3/9,0/12,6 Kelvin	0,6/0,2/0,1 Sone	1,72	04/2015	www.pcgh.de/preis/955636

* Auf Alphacool Nexxxos XT45 120/140/180 mm Radiator, Differenztemperatur Wasser/Luft; Wärmequelle: Xeon E5-2687W (150 W TDP); Messung bei 100/75/50 % Lüfterdrehzahl ** Messung mit analoger Ansteuerung; bei PWM-Ansteuerung ggf. zusätzliche Störgeräusche

Prozessorkühler

Modell	Preis	Maße (B × H × T) Gewicht	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp. (100/75/50 %)	Lautheit (100/75/50 %)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
EKL Alpenföhn Brocken 3	Ca. € 45,-	150 × 171 × 126 mm; 870 g	52,5 °C (1.020 U/min)	52,5/54,6/61,1 °C	1,0/0,3/0,1 Sone	2,05	10/2017	www.pcgh.de/preis/1675194
Noctua NH-D15	Ca. € 85,-	151 × 175 × 162 mm; 1312 g	50,8 °C (1.020 U/min)	48,1/49,9/54,5 °C	3,0/1,2/0,2 Sone	2,08	09/2015	www.pcgh.de/preis/1098241
Thermaltake Frio Extr. Silent 14 Dual	Ca. € 75,-	157 × 166 × 146 mm; 1235 g	50,3 °C (1.000 U/min)	49,6/52,1/61,2 °C	1,6/0,6/0,1 Sone	2,11	09/2015	www.pcgh.de/preis/1196525
Scythe Mugen 5	Ca. € 40,-	138 × 150 × 109 mm; 885 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	52,1/53,6/59,4 °C	0,9/0,3/0,1 Sone	2,14	01/2017	www.pcgh.de/preis/1549393
Scythe Fuma	N. verfügb.	138 × 149 × 131 mm; 923 g	52,0 °C (900 U/min)	48,5/50,8/56,2 °C	2,9/1,3/0,4 Sone	2,16	05/2016	www.pcgh.de/preis/1339886
Noctua NH-U14S	Ca. € 65,-	152 × 166 × 80 mm; 938 g	51,4 °C (1.140 U/min)	49,7/52,1/58,7 °C	1,8/1,1/0,3 Sone	2,16	12/2014	www.pcgh.de/preis/929404
EKL Alpenföhn Olymp	N. verfügb.	155 × 161 × 151 mm; 1.187 g	52,8 °C (1.020 U/min)	50,8/53,5/61,5 °C	2,0/0,9/0,1 Sone	2,18	05/2016	www.pcgh.de/preis/1386052
Thermalright Le Grand Macho RT	Ca. € 60,-	150 × 162 × 148 mm; 1.111 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	50,1/52,8/59,1 °C	0,9/0,3/0,1 Sone	2,23	01/2017	www.pcgh.de/preis/1442034
Thermalright Macho Rev. B	Ca. € 45,-	142 × 173 × 129 mm; 877 g	52,2 °C (1.190 U/min)	51,2/54,7/62,9 °C	1,2/0,5/0,2 Sone	2,25	02/2015	www.pcgh.de/preis/1193857
Scythe Ninja 4	Ca. € 50,-	132 × 155 × 155 mm; 905 g	52,4 °C (1.170 U/min)	50,6/53,2/60,3 °C	2,1/0,7/0,2 Sone	2,25	09/2015	www.pcgh.de/preis/1267181
Thermalright Macho Direct	Ca. € 40,-	152 × 162 × 128 mm; 823 g	52,1 °C (1.190 U/min)	52,1/54,8/61,3 °C	1,0/0,3/0,1 Sone**	2,26	04/2016	www.pcgh.de/preis/1372274
Be Quiet Dark Rock Pro 3	Ca. € 70,-	141 × 164 × 150 mm; 1244 g	51,6 °C (1.340 U/min)	50,3/52,1/55,6 °C	2,1/0,9/0,3 Sone	2,32	09/2015	www.pcgh.de/preis/1054341
Thermalright True Spirit 140 Direct	Ca. € 40,-	152 × 165 × 71 mm; 658 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	50,8/54,2/60,7 °C	0,8/0,2/0,1 Sone	2,33	01/2017	www.pcgh.de/preis/1529573
EKL Alpenföhn Brocken 2	Ca. € 40,-	153 × 173 × 98 mm; 840 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	53,8/57,7/64,6 °C	0,8/0,2/0,1 Sone	2,38	09/2015	www.pcgh.de/preis/912549
Thermaltake Frio Silent 14	Ca. € 40,-	150 × 165 × 68 mm; 633 g	54 °C (1.060 U/min)	52,2/55,4/63,9 °C	1,2/0,3/0,1 Sone	2,48	12/2014	www.pcgh.de/preis/1157899
Cooler Master Hyper 612 Ver.2	Ca. € 32,-	151 × 162 × 131 mm; 945 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	54,9/58,2/–* °C	0,9/0,3/–* Sone	2,50	12/2014	www.pcgh.de/preis/1172666
EKL Alpenföhn Brocken Eco	Ca. € 30,-	131 × 151 × 88 mm; 612 g	55,9 °C (1.240 U/min)	53,7/57,4/64,2 °C	1,4/0,5/0,1 Sone	2,55	12/2014	www.pcgh.de/preis/1081623
Noctua NH-D15S	Ca. € 80,-	149 × 163 × 134 mm; 1.153 g	53,2 °C (1.080 U/min)	50,3/53,2/60,3 °C	2,3/1,0/0,3 Sone	2,57	05/2016	www.pcgh.de/preis/1271076
Be Quiet Pure Rock	Ca. € 28,-	130 × 155 × 89 mm; 629 g	56,2 °C (1.370 U/min)	55,5/58,1/68,0 °C	1,5/0,5/0,1 Sone	2,62	01/2017	www.pcgh.de/preis/1184606
Cooler Master Hyper 412S	Ca. € 32,-	132 × 162 × 97 mm; 580 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	56,7/59,1/67,2 °C	0,8/0,3/0,1 Sone	2,62	09/2015	www.pcgh.de/preis/697260
Enermax ETS-50 Axe	Ca. € 50,-	139 × 161 × 112 mm; 910 g	55,3 °C (1.190 U/min)	49,5/52,4/62,3 °C	3,3/1,3/0,4 Sone	2,67	01/2017	www.pcgh.de/preis/1491128
Thermaltake Frio Silent 12	Ca. € 35,-	128 × 141 × 67 mm; 328 g	54,7 °C (1.310 U/min)	53,8/58,6/70,4 °C	1,1/0,4/0,1 Sone	2,68	01/2017	www.pcgh.de/preis/1158734
Arctic Freezer i32***	Ca. € 25,-	124 × 150 × 74 mm; 659 g	53 °C (1.270 U/min)	53,0/58,3/67,3 °C	1,0/0,4/0,2 Sone**	2,71	04/2016	www.pcgh.de/preis/1325324
Be Quiet Shadow Rock Slim	Ca. € 35,-	141 × 159 × 73 mm; 702 g	54,8 °C (1.220 U/min)	53,5/57,1/64,3 °C	1,6/0,5/0,1 Sone	2,72	09/2015	www.pcgh.de/preis/1054903
Noctua NH-C14S	Ca. € 55,-	146 × 142 × 164 mm; 1.013 g	57,3 °C (980 U/min)	53,2/55,7/62,3 °C	3,1/1,4/0,3 Sone	3,02	04/2016	www.pcgh.de/preis/1271077

* Betrieb mit 50 Prozent Drehzahl nicht möglich ** Messung mit analoger Ansteuerung; bei PWM-Ansteuerung gegebenenfalls zusätzliche Störgeräusche *** Anpresskraft Sockel-1151-Originalhalterung zu hoch, Nachrüstkit auf Anfrage

Einkaufsführer Wasserkühlung & Mainboards

Preise: Stand 14.03.2018

PCGH PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH SPAR-TIPP

Vorgefüllte Kompakt- und modulare Wasserkühlungen

Kompaktwasserkühlungen	Preis	Radiator (B × H × T)	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp., (100/75/50%)	Lauth. (100/75/50%/Pumpe)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Alphacool Eisbaer 240	Ca. € 110,-	274 × 124 × 55 mm	50,7 °C (1.020 U/min)	49,4/51,2/56,0 °C	3,9/1,9/0,6/0,1 Sone	1,73	08/2016	www.pcgh.de/preis/758311939
Arctic Liquid Freezer 240	Ca. € 75,-	273 × 120 × 88 mm	47,4 °C (970 U/min)	45,3/47,4/51,4 °C	2,5/1,0/,2/0,2 Sone	1,78	03/2016	www.pcgh.de/preis/1341649
Cooler Master Master Liquid 240	Ca. € 75,-	278 × 120 × 53 mm	49,1 °C (1.320 U/min)	45,2/47,5/52,7 °C	3,9/1,6/0,4/0,1 Sone	1,81	07/2017	www.pcgh.de/preis/1562099
Be Quiet Silent Loop 240 mm	Ca. € 115,-	275 × 123 × 55 mm	50,4 °C (1.230 U/min)	47,2/48,5/51,7 °C	4,3/2,0/0,5/0,1 Sone	1,87	07/2017	www.pcgh.de/preis/1508159
Fractal Design Celsius S24	Ca. € 100,-	283 × 122 × 55 mm	49,1 °C (1.100 U/min)	45,4/46,9/51,6 °C	4,6/2,1/0,7/0,1 Sone	1,99	07/2017	www.pcgh.de/preis/1621894
Fractal Design Celsius S36	Ca. € 115,-	404 × 122 × 56 mm	48,2 °C (1.020 U/min)	43,1/45,0/49,1 °C	5,3/2,8/0,9/0,1 Sone	2,04	07/2017	www.pcgh.de/preis/1621923
Cooler Master Nepton 240M	Ca. € 100,-	277 × 123 × 59 mm	49,7 °C (1.320 U/min)	46,4/47,6/51,2 °C	4,3/2,1/,6/0,2 Sone	2,13	06/2015	www.pcgh.de/preis/1184616
Antec Kühler H2O 1200 Pro	Ca. € 75,-	276 × 120 × 52 mm	51,7 °C (1.000 U/min)	48,0/49,7/52,7 °C	4,2/2,0/0,7/0,1 Sone	2,25	04/2016	www.pcgh.de/preis/1374223
Thermaltake Water 3.0 Extreme S	Ca. € 100,-	277 × 120 × 55 mm	50,1 °C (1.020 U/min)	45,6/47,5/52,1 °C	5,5/2,4/,6/0,4 Sone	2,43	06/2015	www.pcgh.de/preis/1230429
Antec Mercury 240	Ca. € 90,-	274 × 120 × 49 mm	57,9 °C (1.140 U/min)	51,5/54,6/60,6 °C	3,3/1,5/0,4/0,2 Sone	2,49	07/2017	www.pcgh.de/preis/1661789
Modell	**Preis**	**Radiator (B × H × T)**	**CPU-Temp. 1,0 Sone**	**CPU-Temp., (100/75/50%)**	**Lauth. (100/75/50%/Pumpe)**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Alphacool Nexx. Cool Answer 240 D5/ST	Ca. € 250,-	275 × 124 × 55 mm	49,6 °C (1.120 U/min)	49,6/51,3/57,4 °C	1,0/0,5/0,1/0,1 Sone	1,24	09/2016	www.pcgh.de/preis/1132495
EK Water Blocks EK-Kit S240	Ca. € 200,-	282 × 121 × 52 mm	49,2 °C (1.200 U/min)	47/49,2/53 °C	2,3/1,0/0,3/0,1 Sone	1,34	09/2016	www.pcgh.de/preis/1443185

Temperatur- und Lautheitsmessungen entsprechen Luftkühlern, aber das Benotungssystem weicht ab. Wertung nicht vergleichbar! * Messung mit analoger Ansteuerung; bei PWM-Ansteuerung gegebenenfalls zusätzliche Störgeräusche

Mainboards für AMD- und Intel-Prozessoren, diverse Sockel

AMD TR4	Preis	IOH/Form.	PCI-E CPU (3.0) & IOH (2.0)	M.2-Anbindung	Sound	USB ext./int.; SATA	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asrock X399 Taichi	Ca. € 320,-	X399/ATX	×16/×8/×16/×8 & ×1	3× 3.0×4	ALC1220	2/0×3.1; 8/4×3,0; 8×	5 (5× PWM)	1,88	02/2018	www.pcgh.de/preis/1664939
Asus Zenith Extreme	Ca. € 500,-	X399/E-ATX	×16/×8/×16/×8 & ×4/×1	3× 3.0×4	S1220	2/1×3.1; 8/4×3,0; 6×	9 (7× PWM)	2,05	02/2018	www.pcgh.de/preis/1664907
Gigabyte X399 Gaming 7	Ca. € 320,-	X399/ATX	×16/×8/×16/×8 & ×4	3× 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 8/2×3,0; 8×	8 (8× PWM)	2,08	02/2018	www.pcgh.de/preis/1664932
MSI X399 Ga. Pro Car. AC	Ca. € 330,-	X399/ATX	×16/×8/×16/×8 & ×1/×1	3× 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 8/4×3,0; 8×	6 (6× PWM)	2,12	02/2018	www.pcgh.de/preis/1664957
AMD AM4	**Preis**	**IOH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & IOH (2.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Asus Crosshair VI Hero	Ca. € 220,-	X370/ATX	×16*/×0* & ×0*/×0*/×0*/×4*	3.0×4	S1220	2/1×3.1; 8/2×3,0; 8×	7 (7× PWM)	2,81	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582881
Gigabyte AX370-Gam. 5	Ca. € 150,-	X370/ATX	×16*/×0* & ×0*/×0*/×0*/×4*	3.0×4	ALC1220	4/0×3.1; 6/4×3,0; 8×	8 (8× PWM)	2,82	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582173
MSI X370 Xpower Titan.	Ca. € 200,-	X370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×0*	3.0×4; 2.0×4*	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3,0; 6×	5 (5× PWM)	2,93	05/2017	www.pcgh.de/preis/1580650
Asrock X370 Killer SLI	Ca. € 120,-	X370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×1	3.0×4; 2.0×2	ALC892	2/0×3.1; 6/4×3,0; 6×	5 (5× PWM)	2,93	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582146
Asus Prime X370-pro	Ca. € 140,-	X370/ATX	×16*/×0* & ×0*/×1/×0*/×4*	3.0×4	S1220A	2/1×3.1; 6/2×3,0; 8×	6 (6× PWM)	2,95	05/2017	www.pcgh.de/preis/1582178
Asus Prime B350-Plus	Ca. € 80,-	B350/ATX	×16 & ×0*/×4*/×0*	3.0×4	ALC887	2/0×3.1; 4/2×3,0; 6×	3 (3× PWM)	3,26	06/2017	www.pcgh.de/preis/1582183
Asrock AB350M Pro4	Ca. € 70,-	B350/µATX	×16 & ×1/×4	3.0×4; SATA**	ALC892	0/0×3.1; 5/2×3,0; 4×	3 (2× PWM)	3,36	06/2017	www.pcgh.de/preis/1582198
Gigabyte AB350-Gam. 3	Ca. € 90,-	B350/ATX	×16 & ×1/×/4*/×0*/×0*	3.0×4**	ALC1220	2/0×3.1; 4/2×3,0; 6×	5 (5× PWM)	3,39	06/2017	www.pcgh.de/preis/1582168
Biostar Racing B350GT5	Ca. € 95,-	B350/ATX	×16 & ×0*/×0*/×4*	3.0×4	ALC892	2/0×3.1; 4/2×3,0; 4×	4 (4× PWM)	3,42	06/2017	www.pcgh.de/preis/1579988
Intel 1151 (CFL)	**Preis**	**PCH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & PCH (3.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
MSI Z370 Godlike Gam.	N. verfügb.	Z370/ATX	×16*/×0*/×0* & ×0*/×0*	3.0×4; 2×3.0×4***	ALC1220	2/1×3.1; 6/4×3,0; 6×	10 (10× PWM)	1,67	12/2017	www.pcgh.de/preis/1699947
Gigabyte Z370 Gaming 7	Ca. € 240,-	Z370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0**/×4	3.0×4; 2× 3.0×4**	ALC1220	2/1×3.1; 5/2×3,0; 6×	8 (8× PWM)	1,94	12/2017	www.pcgh.de/preis/1699938
Asus Maximus X Hero	Ca. € 270,-	Z370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0*/×4*	3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	2/1×3.1; 4/2×3,0; 6×	8 (8× PWM)	1,98	12/2017	www.pcgh.de/preis/1702196
Asrock Z370 Extreme4	Ca. € 145,-	Z370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	2× 3.0×4**	ALC1220	2/0×3.1; 4/4×3,0; 8×	5 (5× PWM)	1,99	12/2017	www.pcgh.de/preis/1700876
MSI Z370 Ga. Pro Car. AC	Ca. € 185,-	Z370/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	2/0×3.1; 4/4×3,0; 6×	6 (6× PWM)	2,05	12/2017	www.pcgh.de/preis/1699948
Intel 2066	**Preis**	**PCH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & PCH (3.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Asus Strix X299-E Gam.	Ca. € 310,-	X299/ATX	×16/×16/×8 & ×1*/×1/×4**	3.0×4; 3.0×4	S1220A	2/1×3.1; 4/4×3,0; 8×	7 (7× PWM)	2,05	09/2017	www.pcgh.de/preis/1641089
Asrock X299 Prof. Gam. i9	Ca. € 340,-	X299/ATX	×16*/×8/×16/×0* & ×1(-2.0!)	3× 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3,0; 10×	5 (5× PWM)	2,06	10/2017	www.pcgh.de/preis/1641217
MSI X299 Ga. Pro Car. AC	Ca. € 300,-	X299/ATX	×16/×4/×16/×8 & ×1/×1	3.0×4; 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3,0; 8×	6 (6× PWM)	2,07	09/2017	www.pcgh.de/preis/1632012
Asus TUF X299 Mark 2	Ca. € 230,-	X299/ATX	×16/×16/×8 & ×1/×2/×1	3.0×4; 3.0×4	S1220A	2/0×3.1; 4/4×3,0; 6×	8 (8× PWM)	2,12	09/2017	www.pcgh.de/preis/1641192
MSI X299 Raider	Ca. € 190,-	X299/ATX	×16/×16/×8 & ×4/×1	3.0×4**; 3.0×4	ALC1220	2/1×3.1; 4/4×3,0; 8×	6 (6× PWM)	2,22	10/2017	www.pcgh.de/preis/1641249
Gigabyte X299 Gaming 9	N. verfügb.	X299/ATX	×16*/×4*/×16/×0* & ×4	3.0×4*; 2× 3.0×4	ALC1220	5/1×3.1; 4/4×3,0; 8×	8 (8× PWM)	2,24	10/2017	www.pcgh.de/preis/1631550
Gigabyte X299 Gaming 3	Ca. € 240,-	X299/ATX	×16/×4/×16/×8 & ×4	3.0×4**; 3.0×4	ALC1220	2/0×3.1; 6/4×3,0; 8×	8 (8× PWM)	2,29	09/2017	www.pcgh.de/preis/1631912
Intel 1151 (SKL/KBL)	**Preis**	**PCH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & PCH (3.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Asus Maximus VIII Ranger	Ca. € 100,-	Z170/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	3.0×4	ALC1150	2/0×3.1; 2/4×3,0; 6×	7 (7× PWM)	2,33	11/2015	www.pcgh.de/preis/1306336
Asus Z170-Deluxe	Ca. € 140,-	Z170/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×1/×2**	3.0×4	ALC1150	6/0×3.1; 1/4×3,0; 8×	7 (6× PWM)	2,34	10/2015	www.pcgh.de/preis/1306329
MSI Z270 Ga. Pro Carbon	Ca. € 135,-	Z270/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	2/0×3.1; 4/4×3,0; 6×	6 (6× PWM)	2,37	02/2017	www.pcgh.de/preis/1557471
Asus Maximus IX Hero	Ca. € 250,-	Z270/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0*/×4*	3.0×4; 3.0×4**	ALC1220	2/2×3.1; 4/2×3,0; 6×	8 (8× PWM)	2,41	02/2017	www.pcgh.de/preis/1557900
Gigabyte Z270X-Gam. 7	Ca. € 260,-	Z270/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×0*/×0*	3.0×4*; 3.0×4**	Sound Core	2/0×3.1; 5/4×3,0; 6×	7 (7× PWM)	2,46	02/2017	www.pcgh.de/preis/1557876
Asrock Z270 Gaming K6	Ca. € 160,-	Z270/ATX	×16*/×0* & ×1/×1/×1/×4	3.0×4**; 3.0×4**	ALC1220	2/0×3.1; 4/4×3,0; 8×	5 (5× PWM)	2,52	02/2017	www.pcgh.de/preis/1544856
Intel 2011-v3	**Preis**	**PCH/Form.**	**PCI-E CPU (3.0) & PCH (2.0)**	**M.2-Anbindung**	**Sound**	**USB ext./int.; SATA**	**Lüfter**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Asrock X99 Taichi	Ca. € 210,-	X99/ATX	×16/×16*/×0* & ×1/×1	3.0×4; 3.0×4	ALC1150	2/×3.1; 3/2×3,0; 10×	5 (3× PWM)	1,80	10/2016	www.pcgh.de/preis/1462624
Asus Strix X99 Gaming	Ca. € 280,-	X99/ATX	×16*/×16/×0* & ×0*/×1*/×1*	3.0×4	ALC1150	2/×3.1; 4/4×3,0; 10×	6 (6× PWM)	1,84	10/2016	www.pcgh.de/preis/1441449
Gigabyte X99-Ultra Gam.	Ca. € 290,-	X99/ATX	×16*/×16*/×0*/×0* & ×1	3.0×4	ALC1150	2/×3.1; 6/4×3,0; 10×	5 (3× PWM)	1,89	10/2016	www.pcgh.de/preis/1446348
MSI X99A Raider	Ca. € 210,-	X99/ATX	×16*/×16/×0* & ×1/×1	3.0×4	ALC892	2/×3.1; 4/2×3,0; 10×	5 (2× PWM)	1,95	10/2016	www.pcgh.de/preis/1247988
Asus X99-E	Ca. € 260,-	X99/ATX	×16/×16/×0* & ×1/×1	3.0×4*	ALC1150	1/×3.1; 4/4×3,0; 10×	5 (5× PWM)	1,95	10/2016	www.pcgh.de/preis/1441447

* PCI-E-Lane-Sharing ** Shared mit SATA *** Shared mit SATA und mit PCI-E-Slot(s)

Unchain your PC with wire-free power!

STRAIGHT POWER 11

Leise, effizient – Weltklasse

Kabellose Power für deinen PC! Erhöhte Langlebigkeit der Komponenten und eine verbesserte Kühlung dank dem auf DC-Seite komplett kabellosen Design der brandneuen Straight Power 11 Modelle. Weitere Highlights im Überblick:

- Nahezu unhörbarer SilentWings® 3 135mm Lüfter
- Trichterförmiger Lufteinlass am Netzteilgehäuse erhöht den Luftdurchsatz
- Vollmodulares Kabelmanagement für maximale Flexibilität
- 80PLUS® Gold Effizienz von bis zu 93%

Für mehr Informationen besuchen Sie **bequiet.com**.

GERMANY'S NO. 1* PSU MANUFACTURER

*GfK 2007-2018

Erhältlich bei: alternate.de · arlt.de · bora-computer.de · caseking.de · computeruniverse.net conrad.de · hiq24.de · e-tec.at · galaxus.ch · mindfactory.de · notebooksbilliger.de · reichelt.de

be quiet!®

Einkaufsführer LCDs & Eingabegeräte

Preise: Stand 14.03.2018

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

LCDs

Full HD	Preis	Bilddiagonale	Refreshrate	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	VRR	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Dell Alienware AW2518H	Ca. € 470,-	24,5 Zoll	240 Hertz	2,3 ms*	16 ms	bis 447 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,60	10/2017	www.pcgh.de/preis/1675342
Asus MG248Q	N. verfügbar	24 Zoll	144 Hertz	3,8 ms*	-	69 bis 320 cd/m²	TN-Panel	Freesync	1,66	06/2016	www.pcgh.de/preis/1419189
Acer XF240H bmjdpr	Ca. € 210,-	24 Zoll	144 Hertz	5 ms	-	120 bis 370 cd/m²	TN-Panel	Freesync	1,74	05/2016	www.pcgh.de/preis/1344416
Medion Erazer X58426	Ca. € 330,-	31,5 Zoll	144 Hertz	12 ms	11 ms	bis 288 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,76	05/2017	www.pcgh.de/preis/1585204
AOC G2460PF	Ca. € 230,-	24 Zoll	144 Hertz	7,6 ms*	-	156 bis 358 cd/m²	TN-Panel	Freesync	1,77	05/2016	www.pcgh.de/preis/1318972
Asus VG278HV	N. verfügbar	27 Zoll	144 Hertz	5 ms	-	58 bis 305 cd/m²	TN-Panel	–	1,79	05/2016	www.pcgh.de/preis/1336350
Asus ROG Swift PG258Q	Ca. € 560,-	24,5 Zoll	240 Hertz	1 ms	15 ms	bis 488 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,93	10/2017	www.pcgh.de/preis/1451609
WQHD	**Preis**	**Bilddiagonale**	**Refreshrate**	**Reaktionszeit**	**Inputlag**	**Leuchtkraft**	**Paneltyp**	**VRR**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Viewsonic XG2703-GS	Ca. € 800,-	27 Zoll	165 Hertz	5,4 ms*	12 ms	bis 355 cd/m²	IPS-Panel	G-Sync	1,56	04/2017	www.pcgh.de/preis/1504306
Asus PG27VQ	Ca. € 830,-	27 Zoll	165 Hertz	2,3 ms*	14 ms	bis 450 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,61	04/2018	www.pcgh.de/preis/1705548
AOC Agon AG241QG	Ca. € 480,-	24 Zoll	165 Hertz	–	13 ms	bis 450 cd/m²	TN-Panel	G-Sync	1,74	04/2017	www.pcgh.de/preis/1476116
AOC Q3279VWF	Ca. € 190,-	27 Zoll	75 Hertz	6,3 ms*	12 ms	bis 267 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,79	02/2018	www.pcgh.de/preis/1716544
Asus MG279Q	Ca. € 550,-	27 Zoll	144 Hertz	7,2 ms*	9 ms	35 bis 343 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,87	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215454
Ultra HD	**Preis**	**Bilddiagonale**	**Refreshrate**	**Reaktionszeit**	**Inputlag**	**Leuchtkraft**	**Paneltyp**	**VRR**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Iiyama X4071UHSU-B1	Ca. € 530,-	40 Zoll	60 Hertz	6 ms	25 ms	69 bis 295 cd/m²	MVA-Panel	–	1,81	11/2016	www.pcgh.de/preis/1362847
Asus PB287Q	Ca. € 360,-	28 Zoll	60 Hertz	7,7 ms*	3 ms	36 bis 277 cd/m²	TN-Panel	–	1,87	07/2014	www.pcgh.de/preis/1094194
Asus PB279Q	N. verfügbar	27 Zoll	60 Hertz	6 ms	9 ms	54 bis 266 cd/m²	IPS-Panel	–	2,04	01/2015	www.pcgh.de/preis/1123437
LG 27MU67-B	N. verfügbar	27 Zoll	60 Hertz	8 ms	11 ms	72 bis 230 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,79	09/2015	www.pcgh.de/preis/1273811
21:9	**Preis**	**Auflösung**	**Refreshrate**	**Reaktionszeit**	**Inputlag**	**Leuchtkraft**	**Paneltyp**	**VRR**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
LG 38UC99-W	Ca. € 1.100,-	3.840 x 1.600	75 Hertz	8,7 ms*	10 ms	50 bis 295 cd/m²	AHIPS-Panel	Freesync	1,39	03/2017	www.pcgh.de/preis/1501656
Asus ROG PG348Q	Ca. € 1.020,-	3.440 x 1.440	100 Hertz	6 ms	4 ms	31 bis 324 cd/m²	IPS-Panel	G-Sync	1,61	04/2016	www.pcgh.de/preis/1276261
LG 34UC98-W	Ca. € 800,-	3.440 x 1.440	75 Hertz	10 ms	2 ms	70 bis 295 cd/m²	IPS-Panel	Freesync	1,76	07/2016	www.pcgh.de/preis/1395258
Samsung S34E790C	Ca. € 750,-	3.440 x 1.440	60 Hertz	10 ms	6 ms	46 bis 295 cd/m²	MVA-Panel	–	1,76	04/2016	www.pcgh.de/preis/1195794
Asus MX34VQ	Ca. € 770,-	3.440 x 1.440	100 Hertz	12 ms	9 ms	bis 299 cd/m²	VA-Panel	Freesync	1,83	08/2017	www.pcgh.de/preis/1565011

* Neue Messmethode mit Oszilloskop; Durchschnitt von 20 Farbwechseln

Mäuse

Modell	Preis	Kabellänge	Tasten	Abtastung	Auflösung	Gewicht	Ergonomie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Roccat Nyth	Ca. € 90,-	180 cm	16 + Scrollrad	Optisch (Laser)	12.000 Dpi	130 Gramm	Sehr gut	1,16	11/2015	www.pcgh.de/preis/1300527
Roccat Leadr	Ca. € 145,-	Schnurlos	12 + Scrollrad	Optisch (LED)	12.000 Dpi	134 Gramm	Sehr gut	1,22	08/2017	www.pcgh.de/preis/1558254
Razer Basilisk	Ca. € 60,-	200 cm	8 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	107 Gramm	Sehr gut	1,24	12/2017	www.pcgh.de/preis/1685902
Razer Lancehead	Ca. € 130,-	Schnurlos	8 + Scrollrad	Optisch (Laser)	16.000 Dpi	126 Gramm	Sehr gut	1,27	08/2017	www.pcgh.de/preis/1615980
Roccat Tyon	Ca. € 80,-	180 cm	12 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	126 Gramm	Sehr gut	1,32	12/2014	www.pcgh.de/preis/1154844
Asus ROG Gladius II	Ca. € 70,-	200/100 cm	6 + Scrollrad	Optisch (LED)	12.000 Dpi	110 Gramm	Sehr gut	1,32	04/2017	www.pcgh.de/preis/1574884
Logitech G903 Lightspeed	Ca. € 100,-	Schnurlos	10 + Scrollrad	Optisch (LED)	12.000 Dpi	111 Gramm	Sehr gut	1,34	04/2018	www.pcgh.de/preis/1751780
Razer Naga Trinity	Ca. € 70,-	Schnurlos	6, 8 oder 10 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	122 Gramm	Sehr gut	1,34	04/2018	www.pcgh.de/preis/1619280
Corsair Glaive	Ca. € 70,-	Schnurlos	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	122 Gramm	Sehr gut	1,37	12/2017	www.pcgh.de/preis/1619311
Razer Mamba 2015	Ca. € 145,-	Schnurlos	6 + Scrollrad	Optisch (LED)	16.000 Dpi	128 Gramm	Sehr gut	1,37	04/2017	www.pcgh.de/preis/1310490
Asus ROG Pugio	Ca. € 60,-	200 cm	7, 5 oder 3 + Scrollrad	Optisch (LED)	7.200 Dpi	103 Gramm	Sehr gut	1,40	07/2017	www.pcgh.de/preis/1643056

Tastaturen

Nicht mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Handballenablage	Zusatztasten	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Roccat Isku+ Force FX	Ca. € 80,-	Voll, RGB-Farbraum	–	Ja (integriert)	10 + 5 Makrotasten	Ja/ja (k. A.)	1,60	06/2017	www.pcgh.de/preis/1558265
Razer Ornata Chroma	Ca. € 95,-	RGB-Einzeltastenbel.	–	Ja (modular)	11 (Doppelbelegung)	Ja/ja (k. A.)	1,62	03/2017	www.pcgh.de/preis/1513169
Asus Cerberus	Ca. € 50,-	Voll, zwei Farben	–	Ja (integriert)	6	Ja/ja (k. A.)	1,86	10/2016	www.pcgh.de/preis/1338736
Logitech G213 Prodigy	Ca. € 50,-	Voll, RGB-Farbraum	–	Ja (integriert)	10	Ja/ja (ein Profil)	1,88	10/2017	www.pcgh.de/preis/1503355
Sharkoon Skiller Pro+	Ca. € 35,-	Voll, sieben Farben	–	Ja (integriert)	9 + 3 Profilwahltast.	Ja/ja (k. A.)	1,96	10/2016	www.pcgh.de/preis/1344423
Mechanisch	**Preis**	**Beleuchtung**	**Anschlüsse**	**Schalter (getestet)**	**Schalter (verfüg.)**	**Makro/Speicher**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Roccat Ryos MK FX	Ca. € 180,-	RGB-Einzeltastenbel.	Audio	Cherry MX Brown	MX Black/Red/Blue	Ja/ja (2 MByte)	1,26	09/2016	www.pcgh.de/preis/1388126
Razer Black Widow Chroma V2	Ca. € 170,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0, Audio	Razer Yellow (RGB)	Razer Green/Brown	Ja/ja (k. A.)	1,30	04/2017	www.pcgh.de/preis/1568991
Coolermaster Masterkey MK750	Ca. € 140,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Ch. MX Brown RGB	Ch. MX RGB Red/Blue	Ja/ja (k.A.)	1,34	04/2018	www.pcgh.de/preis/1730535
Corsair K95 Platimun RGB	Ca. € 200,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0	Ch. MX Speed RGB	Ch. MX Speed RGB	Ja/ja (8 MByte)	1,36	07/2017	www.pcgh.de/preis/1572533
Corsair K68 RGB	Ca. € 135,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Cherry MX RGB Red	Cherry MX RGB Red	Ja/ja (512 kByte)	1,43	04/2018	www.pcgh.de/preis/1759446
Creative SBX Vanguard K08	Ca. € 180,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0	Creative/Omron PRES	Creative/Omron PRES	Ja/ja (k. A.)	1,44	10/2017	www.pcgh.de/preis/1560777
Corsair Strafe RGB MX Silent	Ca. € 150,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0, Audio	Cherry MX Silent Red	MX Silent Red/Brown	Ja/ja (k. A.)	1,45	03/2015	www.pcgh.de/preis/1318576
Qpad MK 90	Ca. € 60,-	RGB-Einzeltastenbel.	2 x USB 2.0, Audio	Kailh RGB Red	Kailh RGB Black	Ja/ja (k. A.)	1,45	11/2015	www.pcgh.de/preis/1258778
Tt esports Poseidon Z RGB	Ca. € 100,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Kailh Blue RGB	Kailh Brown RGB	Ja/ja (512 kByte)	1,47	10/2016	www.pcgh.de/preis/1462098
Asus Cerberus Mech RGB	Ca. € 140,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Kailh RGB Red	Kailh RGB Red	Ja/ja (5 Profile)	1,49	04/2018	www.pcgh.de/preis/1656983
Lioncast LK300 RGB	Ca. € 120,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Kailh RGB Red	Kailh RGB Red	Ja/ja (k. A.)	1,50	10/2017	www.pcgh.de/preis/1659898

Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 14.03.2018

PCGH-PREIS-LEISTUNGS-TIPP PCGH-SPAR-TIPP

Solid State Drives (SATA 3/2,5 Zoll)

Bis 256 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer L/S* AS-SSD	IOPS**	Kopiertest	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 85,-	233 GiB/250 GB	514/496 MB/s	76.000	81 Sekunden	5 Jahre	1,96	08/2015	www.pcgh.de/preis/1194261
Adata Ultimate SU900	Ca. € 95,-	238 GiB/256 GB	529/490 MB/s	83.000	84 Sekunden	5 Jahre	2,00	05/2017	www.pcgh.de/preis/1563414
Adata SX930	Ca. € 120,-	224 GiB/240 GB	515/410 MB/s	78.000	91 Sekunden	5 Jahre	2,04	12/2015	www.pcgh.de/preis/1299666
Sandisk X400	Ca. € 95,-	233 GiB/250 GB	478/492 MB/s	23.000	121 Sekunden	5 Jahre	2,31	07/2016	www.pcgh.de/preis/1368843
Sandisk Ultra II	Ca. € 85,-	224 GiB/240 GB	478/407 MB/s	24.000	109 Sekunden	3 Jahre	2,31	07/2016	www.pcgh.de/preis/1154831
Kingston HyperX Sav. SSD Kit	Ca. € 125,-	224 GiB/240 GB	525/497 MB/s	33.000	103 Sekunden	3 Jahre	2,32	08/2015	www.pcgh.de/preis/1255802
Kingston SSDnow UV400	Ca. € 70,-	224 GiB/240 GB	512/488 MB/s	22.000	159 Sekunden	3 Jahre	2,63	05/2017	www.pcgh.de/preis/1446599
Bis 512 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**Transfer L/S* AS-SSD**	**IOPS****	**Kopiertest**	**Herstellergarantie**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 130,-	466 GiB/500 GB	514/502 MB/s	89.000	72 Sekunden	5 Jahre	1,85	08/2015	www.pcgh.de/preis/1194263
Toshiba Q300 Pro	N. verfügbar	477 GiB/512 GB	519/490 MB/s	48.000	63 Sekunden	5 Jahre	1,92	12/2015	www.pcgh.de/preis/1312394
Sandisk Extreme Pro	N. verfügbar	447 GiB/480 GB	527/492 MB/s	39.000	93 Sekunden	10 Jahre	2,07	07/2016	www.pcgh.de/preis/1126463
Sandisk Ultra II	Ca. € 135,-	447 GiB/480 GB	477/498 MB/s	28.000	91 Sekunden	3 Jahre	2,16	07/2016	www.pcgh.de/preis/1154832
Corsair Neutron Xti	N. verfügbar	466 GiB/480 GB	528/493 MB/s	15.000	85 Sekunden	5 Jahre	2,21	05/2017	www.pcgh.de/preis/1469015
Sandisk X400	Ca. € 150,-	477 GiB/512 GB	476/492 MB/s	25.000	99 Sekunden	5 Jahre	2,23	07/2016	www.pcgh.de/preis/1368844
Western Digital WD Blue SSD	Ca. € 135,-	466 GiB/500 GB	479/495 MB/s	32.000	104 Sekunden	3 Jahre	2,30	05/2017	www.pcgh.de/preis/1521437
Kingston SSDnow UV400	Ca. € 135,-	466 GiB/480 GB	528/480 MB/s	22.000	126 Sekunden	3 Jahre	2,41	05/2017	www.pcgh.de/preis/1446624
Ab 960 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**Transfer L/S* AS-SSD**	**IOPS****	**Kopiertest**	**Herstellergarantie**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Samsung SSD 850 Pro	Ca. € 400,-	954 GiB/1.024 GB	528/502 MB/s	90.000	73 Sekunden	10 Jahre	1,74	08/2015	www.pcgh.de/preis/1136105
Samsung SSD 860 Evo	Ca. € 1.280,-	3.726 GiB/4.000 GB	510/487 MB/s	89.000	63 Sekunden	5 Jahre	1,71	03/2018	www.pcgh.de/preis/1756907
Toshiba Q300 Pro	Ca. € 310,-	954 GiB/1.024 GB	519/490 MB/s	50.000	69 Sekunden	5 Jahre	1,89	05/2017	www.pcgh.de/preis/1424648
OCZ VX500	Ca. € 390,-	954 GiB/1.024 GB	520/490 MB/s	50.000	69 Sekunden	5 Jahre	1,91	05/2017	www.pcgh.de/preis/1507141
Crucial MX500	Ca. € 220,-	932 GiB/1.000 GB	510/470 MB/s	63.000	75 Sekunden	5 Jahre	1,96	02/2018	www.pcgh.de/preis/1745357
Crucial MX300	Ca. € 420,-	1.910 GiB/2.048 GB	494/490 MB/s	61.000	84 Sekunden	3 Jahre	2,09	11/2016	www.pcgh.de/preis/1507986
Corsair Neutron Xti	Ca. € 390,-	932 GiB/960 GB GB	528/466 MB/s	78.000	85 Sekunden	5 Jahre	2,05	05/2017	www.pcgh.de/preis/1469016
OCZ Vector 180	Ca. € 330,-	894 GiB/960 GB	513/488 MB/s	81.000	89 Sekunden	5 Jahre	2,15	08/2015	www.pcgh.de/preis/1230950
Crucial BX100	N. verfügbar	932 GiB/1.000 GB	528/434 MB/s	70.000	76 Sekunden	3 Jahre	2,24	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215186

* L/S: Lesen und Schreiben | ** 4k-Random-Write-Operationen pro Sekunde

Solid State Drives (M.2/PCIe 3.0 x4)

Bis 512 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer L/S* AS-SSD	IOPS**	Kopiertest	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Samsung SSD 960 Pro	Ca. € 270,-	477 GiB/512 GB	2.999/1.941 MB/s	209.000	38 Sekunden	5 Jahre	1,56	12/2016	www.pcgh.de/preis/1511186
Toshiba OCZ RD400	Ca. € 245,-	477 GiB/512 GB	1.996/947 MB/s	126.000	43 Sekunden	5 Jahre	1,84	11/2016	www.pcgh.de/preis/1448318
Corsair MP500	Ca. € 220,-	447 GiB/480 GB	2.399/1.322 MB/s	87.000	49 Sekunden	3 Jahre	1,84	05/2017	www.pcgh.de/preis/1552578
PNY CS2030	Ca. € 100,-	238 GiB/240 GB	2.436/1.231 MB/s	68.000	52 Sekunden	3 Jahre	1,94	05/2017	www.pcgh.de/preis/1571194
Kingston Hyper X Predator	Ca. € 380,-	447 GiB/480 GB	1.340/890 MB/s	117.000	61 Sekunden	3 Jahre	2,47	12/2015	www.pcgh.de/preis/1247224
Adata SX8000	Ca. € 170,-	447 GiB/512 GB	1.112/1.110 MB/s	41.000	69 Sekunden	5 Jahre	2,68	05/2017	www.pcgh.de/preis/1532201
Intel SSD 600p	Ca. € 160,-	477 GiB/512 GB	1.196/551 MB/s	33.000	61 Sekunden	5 Jahre	2,83	05/2017	www.pcgh.de/preis/1491162
Ab 800 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**Transfer L/S* AS-SSD**	**IOPS****	**Kopiertest**	**Herstellergarantie**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Corsair Neutron NX500	Ca. € 470,-	745 GiB/800 GB	2.138/1.251 MB/s	239.000	46 Sekunden	5 Jahre	1,62	09/2017	www.pcgh.de/preis/1649775
Samsung SSD 960 Pro	Ca. € 520,-	954 GiB/1.024 GB	2.516/2.180 MB/s	245.000	41 Sekunden	5 Jahre	1,65	12/2016	www.pcgh.de/preis/1511187
Samsung SSD 960 Evo	Ca. € 390,-	954 GiB/1.024 GB	2.467/2.007 MB/s	144.000	47 Sekunden	3 Jahre	1,79	02/2017	www.pcgh.de/preis/1511201

* L/S: Lesen und Schreiben | ** 4k-Random-Write-Operationen pro Sekunde

Festplatten (3,5 Zoll)

Ab 5.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Seagate Ironwolf NAS HDD	Ca. € 280,-	9.313 GiB/10.000 GB	7.200	0,6/1,1 Sone	14,8/7,23 ms	188/186 MB/s	1,71	06/2017	www.pcgh.de/preis/1479598
Toshiba N300	Ca. € 180,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	1,1/1,6 Sone	12,0/13,4 ms	167/163 MB/s	1,90	06/2017	www.pcgh.de/preis/1562775
Seagate Archive HDD 8TB	Ca. € 190,-	7.452 GiB/8.000 GB	5.900	0,5/0,6 Sone	13,5/14,0 ms	143/136 MB/s	2,23	08/2015	www.pcgh.de/preis/1204027
Altes Testsystem									
Bis 3.000 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**U/min**	**Lautheit Leerl./Zugr.**	**Zugriffszeit L/S****	**Transfer L/S****	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Toshiba DT01ACA300	Ca. € 70,-	2.794 GiB/3.000 GB	7.200	0,3/0,6 Sone	15,2/15,4 ms*	154/153 MB/s	1,90	01/2013	www.pcgh.de/preis/833757
Western Digital Red WD30EFRX	Ca. € 90,-	2.794 GiB/3.000 GB	5.400	0,2/0,3 Sone	19,9/21,0 ms*	112/112 MB/s	2,22	01/2013	www.pcgh.de/preis/807343
Bis 5.000 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**U/min**	**Lautheit Leerl./Zugr.**	**Zugriffszeit L/S****	**Transfer L/S****	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Western Digital Black WD4003FZEX	N. verfügb.	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,9 Sone	12,5/12,9 ms	145/146 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/1010394
HGST Deskstar HDS724040ALE640	N. verfügb.	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,6 Sone	16,3/14,8 ms*	131/135 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/682487
Western Digital Red WD40EFRX	Ca. € 110,-	3.726 GiB/4.000 GB	5.400	0,4/0,5 Sone	16,6/18,5 ms	119/109 MB/s	2,06	02/2014	www.pcgh.de/preis/992027
Ab 6.000 Gigabyte	**Preis**	**Kapazität bin./dez.**	**U/min**	**Lautheit Leerl./Zugr.**	**Zugriffszeit L/S****	**Transfer L/S****	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Seagate Enterprise Capacity 6TB	N. verfügb.	5.589 GiB/6.000 GB	7.200	0,6/0,9 Sone	12,5/4,3 ms*	167/167 MB/s	1,72	11/2014	www.pcgh.de/preis/1148556
HGST Ultrastar He6 6TB	Ca. € 470,-	5.589 GiB/6.000 GB	7.200	0,1/1,6 Sone	12,6/5,8 ms	143/143 MB/s	1,80	11/2014	www.pcgh.de/preis/1049476
Western Digital Red WD60EFRX	Ca. € 200,-	5.589 GiB/6.000 GB	K. A.	0,3/0,4 Sone	15,8/18 ms*	127/127 MB/s	2,05	11/2014	www.pcgh.de/preis/1143813

* Advanced-Format/4K-Sektoren | ** L/S: Lesen und Schreiben

Einkaufsführer Gehäuse, Netzteile & Sound

Preise: Stand 14.03.2018

PC Games Hardware PREIS-LEISTUNGS-TIPP PC Games Hardware SPAR-TIPP

Gehäuse

Midi-/Big-Tower	Format (Hersteller-angabe)	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontal/schräg (12 V/5V)	Temperatur (CPU/GPU/HDD o. Innenraum***)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be Quiet Dark Base 900 Pro	Midi-Tower	Ca. € 250,-	9 × 140, 2 × 120 mm	3 × 140 mm	1,0/0,8 Sone***	65/69/37 °C	1,58***	11/2017	www.pcgh.de/preis/1680701
Aerocool XPredator II	Big-Tower	Ca. € 120,-	6 × 140 mm	5 × 140 mm	3,5/3,6; 2,4/2,5 Sone	70/67/32 °C**	1,70	09/2016	www.pcgh.de/preis/1435421
EVGA DG-87	Big-Tower	Ca. € 260,-	8 × 140 mm	6 × 140 mm	1,7/1,7 Sone***	62/69/35 °C	1,78***	11/2017	www.pcgh.de/preis/1479937
Fractal Design Define R6	Midi-Tower	Ca. € 130,-	8 × 140 mm/9 × 120 mm	3 × 140 mm	1,1/1,1 Sone***	60/71/37 °C	1,80***	02/2018	www.pcgh.de/preis/1746669 Hardware
Sharkoon BW9000-W	Midi-Tower	Ca. € 70,-	4 × 140 mm, 1 × 120 mm	2 × 140,1 × 120 mm	2,2/2,3; 1,8/2,0 Sone	67/73/37 °C**	1,84	09/2016	www.pcgh.de/preis/1354897 Hardware
Anidees AI Crystal	Midi-Tower	Ca. € 140,-	6 × 140 mm	4 × 140 mm	3,2/3,3; 2,1/2,2 Sone	73/69/34 °C**	1,85	09/2016	www.pcgh.de/preis/1475276
Be Quiet Silent Base 800	Midi-Tower	Ca. € 110,-	5 × 140/120 mm, 2 × 120 mm	3 × 120 mm	2,7/2,6; 2,3/2,3 Sone	79/82/32 °C*	1,90	02/2015	www.pcgh.de/preis/1155576
Corsair Carbide 600C	Midi-Tower	Ca. € 130,-	4 × 140 mm, 1 × 120 mm	2 × 140, 1 × 120 mm	2,9/3,0; 2,1/2,2 Sone	71/89/41 °C*	1,91	03/2016	www.pcgh.de/preis/1368613
Thermaltake Suppressor F51	Midi-Tower	Ca. € 95,-	3 × 200 mm, 2 × 140 mm, 2 × 120 mm	200 mm, 120 mm	2,6/2,8; 2,2/2,6 Sone	80/87/35 °C*	1,94	10/2015	www.pcgh.de/preis/1273311
Enermax Ostrog ADV	Big-Tower	Ca. € 110,-	4 × 140/1 × 120 mm	2 × 140, 1 × 120 mm	4,7/4,4; 2,2/0,0 Sone	69/67/30 °C**	1,94	09/2016	www.pcgh.de/preis/1462226
CM Mastercase Maker 5	Midi-Tower	Ca. € 160,-	6 × 140/2 × 120 mm	3 × 140	1,2/1,2 Sone***	66/69/39 °C	1,95***	11/2017	www.pcgh.de/preis/1415977
Be Quiet Dark Base 700	Midi-Tower	Ca. € 150,-	8 × 140/120 mm	2 × 140 mm	1,7/1,7 Sone***	58/70/38 °C	2,07***	02/2018	www.pcgh.de/preis/1721170
Thermaltake The Tower 900	Big-Tower	Ca. € 230,-	13 × 140/120 mm	2 × 140 mm	1,7/1,4 Sone***	65/73/34 °C	2,07***	01/2018	www.pcgh.de/preis/1545926
CM Cosmos C700P	Big-Tower	Ca. € 290,-	8 × 140/120 mm, 1 × 140 mm	3 × 140 mm	1,6/1,6 Sone***	71/70/28 °C	2,16***	01/2018	www.pcgh.de/preis/1700953
Bitfenix Shogun	Midi-Tower	Ca. € 140,-	5 × 140 mm oder 7 × 120 mm	3 × 120 mm	1,7/1,8 Sone***	66/69/48 °C	2,18***	02/2017	www.pcgh.de/preis/1548958

* System: Core i7-920, Stromsparmodi aus, Radeon R9 290(X) @ 55/50 % Lüfterdrehzahl, 3 x 2.048 MiByte DDR3-1280-RAM, Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min), Seasonic Platinum Fanless 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C
** System: Intel Core i7-4790; Intel Z87, Asus Geforce GTX 970 Direct Cu Mini (50 % Lüfterdrehzahl), 2 x 4.048 MiByte DDR3-1600-RAM, Thermalright AXP-100 (Lüftersteuerung: Standard), Seasonic Platinum Fanless 550 Watt (ATX), Umgebungstemperatur: 24 °C
*** Neues Test-/Wertungssystem (siehe PCGH 02/2017)/Lüfterbestückung: 3 × 140 mm (Be quiet Silent Wings 2)

Netzteile

400 bis 600 Watt	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)	Leistung +12 V	Lautheit*	Effizienz*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be quiet Dark Power Pro 11 550W	Ca. € 130,-	4 × 6+2-Pin, 1 × 6-Pin (70 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	88/92/94/93/92 %	1,37	09/2016	www.pcgh.de/preis/1318886
Seasonic Platinum Fanless 520	Ca. € 140,-	2 × 6+2-Pin (60 cm)	516 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	88/92/94/93/93 %	1,38	09/2016	www.pcgh.de/preis/874992
Seasonic Focus+ Gold 550 W	Ca. € 70,-	2 x 6+2 Pin (67,5cm)	540 Watt	0/0/0/0,2/1,2 Sone	86/91/92/91/90 %	1,41	03/2018	www.pcgh.de/550focusg
Seasonic Focus+ Platinum 550W	Ca. € 90,-	2 × 6+2-Pin (70-80 cm)	540 Watt	0/0/0/0,3/2 Sone	87/92/93/92 %	1,50	03/2018	www.pcgh.de/focusplatinum550 Hardware
Bitfenix Whisper M	Ca. € 90,-	4 × 6+2-Pin (68 cm)	550 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,5 Sone	88/92/93/92/91 %	1,54	07/2017	www.pcgh.de/Fluesterleise
XFX TS 550 Gold	Ca. € 70,-	1 × 6+2-Pin (60 cm)	546 Watt	0,1/0,1/0,1/2,3/2,4 Sone	84/89/92/91/90 %	1,99	09/2016	www.pcgh.de/preis/1076839
600 bis 800 Watt	**Preis**	**PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)**	**Leistung +12 V**	**Lautheit***	**Effizienz***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Seasonic Prime Titanium 650W	Ca. € 180,-	4 × 6+2-Pin (74 cm)	648 Watt	0,1/0,1/0,4/0,4/0,4 Sone	92/94/95/95/94 %	1,34	11/2016	www.pcgh.de/preis/1468799
Corsair HX 750 750 Watt	Ca. € 150-	2 × 6+2-Pin (60 cm)	750 Watt	0/0/0/1/2,2 Sone	88/92/93/92/91 %	1,47	03/2018	www.pcgh.de/corsairhx750
Enermax Platimax D.F. 750W	Ca. € 175,-	4 × 6+2-Pin (50-60 cm)	744 Watt	0/0/0,7/0,7/0,9 Sone	86/93/93/92 %	1,56	03/2018	www.pcgh.de/platimax750
Strider Platinum 650 Watt	Ca. € 125,-	4 × 6+2-Pin (70-80 cm)	650 Watt	0/0/0,4/0,4/0,6 Sone	89/92/93/91 %	1,64	03/2018	www.pcgh.de/1336753
Über 800 Watt	**Preis**	**PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)**	**Leistung +12 V**	**Lautheit***	**Effizienz***	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Corsair HX1000i	Ca. € 230,-	4 × 2 6+2-Pin (60, 74 cm)	1.000 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/1,1 Sone	88/92/93/-/91 %	1,45	02/2015	www.pcgh.de/preis/1145509
EVGA SuperNova G2 850W	Ca. € 150,-	2 × 2 6+2-Pin (70, 85 cm), 2 × 6+2-P	850 Watt	0,1/0,1/0,6/1,1/1,6 Sone	85/90/92/-/89 %	1,85	02/2015	www.pcgh.de/preis/1083961

* Gemessen bei 10/20/50/80/100 Prozent Auslastung des Netzteils

Soundkarten

Soundkarten intern	Preis	Kanäle/Abtastrate	DAC/SNR (Kopfhörer)	Kopfhörerver-stärker	Dolby Digital Live/DTS Connect	Besonderheiten u. a.	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Creative Sound Blaster ZxR	Ca. 200,-	Bis 5.1/24 Bit bei 192 KHz	PCM1794/124 dB	Ja, TPA6120A2	Ja/ja	Gesockelte Op-Amps, Tischbox	1,41	05/2015	www.pcgh.de/preis/886468
Asus Xonar Essence STX 2 7.1	Ca. 220,-	Bis 7.1/24 Bit bei 192 KHz	PCM1794/124 dB	Ja, TPA6120A2	Ja/nein	Gesockelte Op-Amps	1,51	05/2015	www.pcgh.de/preis/1085709
Creative Sound Blaster X AE-5	Ca. 120,-	Bis 5.1/32 Bit bei 384 KHz	ES9016K2M/122 dB	Ja, LM4562	Nein/nein	RGB-Beleuchtung	1,80	02/2018	www.pcgh.de/preis/1658641
Soundkarten extern	**Preis**	**Kanäle/Abtastrate**	**DAC/SNR (Kopfhörer)**	**Kopfhörerver-stärker**	**Dolby Digital Live/DTS Connect**	**Besonderheiten u. a.**	**Wertung**	**Test in**	**PCGH-Preisvergleich**
Creative Sound Blaster X7	Ca. 330,-	Bis 5.1/24 Bit bei 192 KHz	PCM1794/127 dB	Ja, TPA6120A2	Ja/ja	Ges. Op-Amps, Class-D-Verst.	1,31	01/2016	www.pcgh.de/preis/1207054
Creative Sound Blaster X G5	Ca. 120,-	Bis 5.1/24 Bit bei 192 KHz	CS4398/120 dB	Ja, TPA6120A2	Nein/nein	Auch abseits des PCs nutzbar	1,94	02/2018	www.pcgh.de/preis/1360767
Asus Xonar U7 MkII	Ca. 85,-	Bis 7.1/24 Bit bei 192 KHz	CS4398/114 dB	Ja, CS4398	Nein/nein	Mikr.-Lautstärkeregl. am Gerät	1,95	02/2018	www.pcgh.de/preis/1631776 Hardware

Headsets

Headsets	Preis	Anschlussart	Bauart	Gewicht	Impedanz	Surround	Besonderheiten	Wertung	Test in	Preisvergleich
Beyerdynamic MMX 300	Ca. 300,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	280 Gramm	32 Ohm	Nein	Teile wechselbar, handgefertigt	1,49	03/2017	www.pcgh.de/preis/1557567
Steelseries Siberia 840	Ca. 290,-	Funk, Bluetooth	Geschlossen, ohrumschließend	330 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Station mit vielen Funktionen; Dolby	1,54	12/2017	www.pcgh.de/preis/1499865
Teufel Cage	Ca. 170,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	310 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Beidseitig tragbar, Software	1,73	07/2016	www.pcgh.de/preis/1631481
Asus ROG Centurion	Ca. 190,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	470 Gramm	60 Ohm	Ja, 5.1	Tischbox mit vielen Funktionen	1,81	03/2017	www.pcgh.de/preis/1562870
Sennheiser GSP 350	Ca. 120,-	USB, Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	275 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Mikrofon-/Lautstärkeregler integriert	1,84	03/2017	www.pcgh.de/preis/1543799 Hardware
Corsair Pro RGB Wireless	N. verfgb.	Funk	Geschlossen, ohrumschließend	380 Gramm	32 Ohm	Ja, virtuell	Recht umfangreiche Software	1,85	12/2017	www.pcgh.de/preis/1307022
Lioncast LX 50	Ca. 60,-	Klinke	Geschlossen, ohrumschließend	260 Gramm	50 Ohm	Nein	Kabelfernbedienung, extra Polster	1,94	03/2017	www.pcgh.de/preis/1560427 Hardware

AiRazor

by LC-POWER™

800 1600 3200 DPI CPI

3 DPI/CPI-Einstellungen

125 500 1000 Hz

3 Polling-Rate-Einstellungen

8 wählbare RGB-Farben

5 Maustasten

Gaming-Maus - m810RGB

Gaming-Maus-Pad - mPAD-RGB

Erleben Sie AiRazor, die neue, hochwertige Gaming-Produktreihe aus dem Hause LC-Power!
AiRazor bietet Ihnen die modernste Technik gepaart mit hochwertigen Materialien, die keine Wünsche offen lassen!

Sei es eine perfekte Kühlung für Ihr System, ein ultrapräzises Handling bei der nächsten Gaming-Session oder einfach ein edles Design, welches der absolute Hingucker bei jeder LAN-Party ist, dies alles bietet Ihnen AiRazor!

AiRazor - Entwickelt von Enthusiasten für Enthusiasten!

Gaming-Gehäuse

mechanische Gaming-Tastaturen

Gaming-Gehäuselüfter

Find us on Facebook
facebook.com/lcpower.germany

LC-Power-Produkte u.a. erhältlich bei: Bora-Computer.de - Cyberport.de | .at - KMComputer.de - Mindfactory.de - Reichelt.de - Brack.ch - Digitec.ch - Steg-Electronics.ch

msi

SUPPORTS intel CORE inside

intel CHIPSET Z370 inside

EIN SCHRITT IN DIE ZUKUNFT

MSI MOTHERBOARDS FÜR INTEL® 6-KERN PROZESSOREN

XTREME AUDIO DAC | DDR4 BOOST | MYSTIC LIGHT | M.2 SHIELD | STEEL ARMOR | LIGHTNING USB

Bezugsquellen: Alternate · Amazon · Acom · Arlt · Bora Computer · Caseking · Computeruniverse · Cyberport · hwh · Mindfactory · notebooksbilliger.de und im Fachhandel.

© 2018 Micro-Star Int'l Co.,Ltd., Die verwendeten Marken und Handelsnamen beziehen sich auf die jeweiligen Eigentümer oder deren Produkte.

DE.MSI.COM

TRUE GAMING